







44

7413
Smith

COMPTE RENDU SOMMAIRE

33

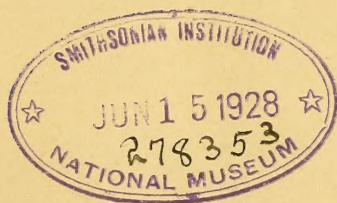
ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

1915



COMPTE RENDU SOMMAIRE

ET

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

QUATRIÈME SÉRIE

TOME QUINZIÈME

Année 1915



PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, Rue Serpente, VI

1915-1916

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

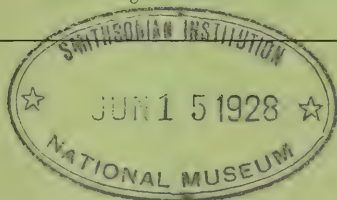
CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

QUATRIÈME SÉRIE
TOME QUINZIÈME

FASCICULE 1-2 :

Feuilles 1-6. — Planché I.

Avec 6 figures dans le texte.



PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1915

La carte en couleurs (planche I) qui doit accompagner la note du général de Lamothe, ne pouvant être tirée en l'absence de son auteur, sera jointe à un des prochains fascicules.

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation¹ et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

ART. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

ART. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1^{er} et le 3^e lundi du mois).

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

ART. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

ART. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

ART. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

ART. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

ART. 73. — Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée; 2^o une cotisation annuelle².

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (400 francs).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : 1000 francs).

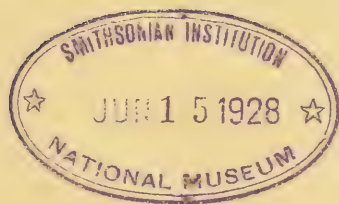
1. Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétaire, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

NOTES ET MÉMOIRES

1915



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

LES ANCIENNES NAPPES ALLUVIALES ET LES TERRASSES DU RHÔNE ET DE L'ISÈRE DANS LA RÉGION DE VALENCE

PAR LE GÉNÉRAL de Lamothe¹.

PLANCHE I.

Je me propose dans ce mémoire de développer et de justifier les conclusions de ma *Note préliminaire sur les terrasses de Valence*².

Je rappellerai tout d'abord que l'étude de la vallée de l'Isère m'avait conduit, en 1899, à admettre que la série des terrasses à l'embouchure de ce fleuve, était représentée approximativement par les nombres ci-après³ :

15-16 m., 28-30 m., 55-57 m., 98-100 m., 130-150 m., 200-205 m.

Frappé, dès cette époque, par la concordance de quelques-uns de ces niveaux avec ceux que j'avais observés dans la Moselle, ou que Du Pasquier avait signalés dans la vallée du Rhin, j'ai été amené à rechercher si une semblable concordance ne se manifestait pas dans d'autres vallées, et, en particulier, dans celle du Rhône.

La région de Valence, dont les terrasses avaient été à la même époque délimitées très exactement sur la Carte géologique, par M. Depéret, paraissait tout indiquée pour cette tentative⁴.

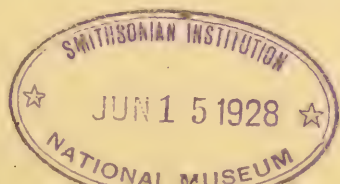
La série des niveaux figurés sur la Carte géologique comprenait :

1. Note présentée à la séance du 22 juin 1914.

2. *B. S. G. F.*, (4), X, 1910.

3. DE LAMOTHE. Note sur les anciennes plages et terrasses du bassin de l'Isère. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, 1899, et, Étude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isère, de la Moselle, du Rhin et du Rhône. *B. S. G. F.*, (4), I, 1901.

4. Carte géologique détaillée de la France, feuille de Valence, 1899. — *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France*, VI, p. 82 ; VIII, p. 115.



La terrasse de la ville de Valence..	15-20 m. au-dessus du Rhône.
La terrasse de Romans.....	40-50 m. au-dessus du Rhône et de l'Isère.
La terrasse du Séminaire.....	20-30 m. au-dessus de la pré- cédente.
Et plusieurs niveaux de cailloutis considérés comme pliocènes, à.....	90 m., 130-150 m., 200 m. et plus au-dessus du Rhône.

A première vue, les deux séries semblaient discordantes ; mais, après quelques courses dans la région, j'ai cru pouvoir rétablir leur concordance en m'appuyant sur les faits ci-après :

a) La *terrasse de Romans* est contemporaine de la *terrasse de Valence* à laquelle elle se lie intimement ; elle appartient exclusivement à la vallée de l'Isère et doit être éliminée de la série des terrasses du Rhône ;

b) l'altitude de la *terrasse de Valence* au-dessus du fleuve est de 21 mètres environ ;

c) celle de la *terrasse du Séminaire* est d'environ 45-46 m. ;

d) celle du *plateau de Foulouse* peut être évaluée à 88 m. ;

e) celle des cailloutis du Télégraphe de Châteauneuf est de 138 m. ;

f) il existe des traces d'une terrasse de 7-8 m. près du confluent de l'Isère.

En partant de ces données, la série des terrasses du Rhône pouvait être représentée par les nombres suivants :

7-8 m., 21 m., 45 m., 88 m., 138 m.

En comparant cette nouvelle série à celle de l'Isère, il était impossible de ne pas être frappé de l'existence dans l'une et l'autre, du même nombre de niveaux dans les mêmes limites d'altitude, et, en outre, de ce fait, que les différents termes de la série de l'Isère différaient des termes correspondants de la série du Rhône d'une quantité voisine de 10 m., les écarts, très faibles d'ailleurs, pouvant être attribués au manque de précision des données topographiques.

D'autre part, l'examen d'un profil du Rhône construit à une échelle faisant ressortir les variations d'altitude (fig. 1), met en évidence l'existence entre Bourg-Saint-Andéol et Lyon, d'un bombement du lit, dont la flèche atteint son maximum (10 m. environ) près de Valence. Cette anomalie pouvait, d'après les idées régnantes, s'expliquer en admettant que le Rhône actuel n'avait pas encore réalisé complètement son profil d'équilibre, et qu'elle était destinée à disparaître par suite des progrès de l'érosion.

En rapprochant ce résultat des précédents, il semblait dès lors *logique* d'attribuer la différence existant entre les altitudes des

terrasses de Valence et celles de l'Isère à la présence de ce bombement. Dans cette hypothèse, le niveau de 21 m. de Valence devait correspondre à celui de 30 m. de l'Isère, celui du Séminaire à celui de 55-57 m., celui de Foullouse à celui de 100 m., celui du Télégraphe à celui de 130-150 m.; la petite terrasse de 7-8 m. représentait le niveau de 15-16 m.

Telle est l'interprétation que j'avais adoptée en 1901 et que j'ai reproduite en 1906 dans une note sur les terrasses de la vallée du Rhône¹.

Mais, les recherches effectuées à cette occasion dans les diverses parties de la vallée n'ont pas tardé à éveiller dans mon esprit des doutes sur la valeur de cette interprétation. Sur aucun point, en effet, je n'ai retrouvé de traces de l'anomalie de Valence. D'autre part, en cherchant à reconstituer les anciens lits de l'Isère au voisinage du confluent, je suis arrivé à cette conclusion qu'à toutes les époques, les apports de la rivière avaient dû déterminer un bombement plus ou moins marqué du lit du Rhône et que, par suite, les altitudes relatives des nappes alluviales, surtout des plus récentes, n'avaient pas dû être réduites dans une proportion aussi considérable que celles supposée. Enfin, l'examen topographique des anciennes nappes de Romans, d'Alixan et de Foullouse-Léore édifiées par l'Isère, m'a montré nettement que les terrasses qui les limitent actuellement du côté du Rhône sont de *fausses terrasses* qui doivent être éliminées de la série des terrasses du Rhône; les altitudes très variables de leur bord terminal ne peuvent donner *a priori* aucune indication sur l'altitude réelle du fleuve à l'époque où se formaient les nappes auxquelles elles se rattachent.

En présence de ces constatations, il devenait indispensable de reprendre complètement l'étude des terrasses des environs de Valence : cette étude a duré près de six ans. Les premiers résultats en ont été résumés sommairement dans ma note de 1910; dans le présent mémoire ils sont exposés en détail. Grâce aux nombreux documents topographiques mis à ma disposition dans l'intervalle, j'ai pu préciser les altitudes et l'allure des quatre niveaux les plus récents, et compléter ou même rectifier sur quelques points les indications de la note préliminaire².

1. Général DE LAMOTHE. Les terrasses de la vallée du Rhône en aval de Lyon. *C. R. Ac. Sc.*, 14 mai 1906.

2. Dans cet intervalle, la classification des terrasses de Valence de la Carte géologique a été reprise avec quelques modifications de détail par MM. KILLAN et GIGNOUX: Les formations fluvio-glaciaires du Bas-Dauphiné. *Bulletin des Services de la Carte géologique de France*, XXI, 1911. Il est intéressant, au point de vue

Mais avant de procéder à cet exposé, il me paraît nécessaire de présenter quelques observations et considérations d'un caractère général qui faciliteront l'intelligence et la discussion des faits.

I. — Observations et considérations générales.

I. — OBSERVATIONS RELATIVES AU COURS ACTUEL DU RHÔNE.

Profil longitudinal. — La zone du profil d'équilibre remonte au delà de Lyon, et dépasse probablement le confluent de l'Ain.

Les pentes moyennes des diverses sections sont données par le tableau ci-dessous :

0,03 p. 100	entre les chutes du Sault et le confluent de l'Ain ;
0,08 p. 100	entre le confluent de l'Ain et celui de la Saône ;
0,05 p. 100	entre le confluent de la Saône et celui de l'Isère ;
0,077 p. 100	entre le confluent de l'Isère et celui de l'Ardèche ;
0,049 p. 100	entre le confluent de l'Ardèche et celui du Gardon ;
0,022 p. 100	entre le confluent du Gardon et Arles ;
0,0015	entre Arles et la mer.

La pente moyenne du lit dans la région de Valence est de 0,065 entre Tournon et Valence et de 0,078 entre Valence et le pont de Lavoulte. Si l'on fait abstraction des méandres, ces deux dernières pentes sont respectivement de 0,077 et de 0,085.

Le profil longitudinal du Rhône, en aval du Sault, n'est pas une courbe concave vers le ciel, contrairement à une opinion répandue. La figure 1 qui représente ce profil entre le confluent de l'Ain et la mer, met nettement en évidence l'existence d'un bombement du lit entre Lyon et Bourg-St-Andéol. Les pentes étant plus fortes en aval, plus faibles en amont, que celles du lit théorique *abc*, le bombement passe par un maximum dont l'amplitude dépasse probablement 10 m. ; l'emplacement de ce maximum est au voisinage du confluent de l'Isère¹.

Il n'est pas douteux que le bombement du Rhône ne soit dû au relèvement du lit du fleuve par les apports de l'Isère. Un phé-

historique, de noter que la feuille de Privas de la Carte géologique détaillée parue en 1909, donne pour les terrasses du Rhône la série suivante, qui diffère déjà notablement de celle de la feuille de Valence.

Basse terrasse de Valence.....	15-20 m.
Moyenne terrasse de Romans.....	28-30 m.
Haute terrasse du Séminaire.....	47-55 m.
Terrasse des Trappistines.....	90-100 m.

1. J'avais déjà signalé et figuré ce bombement dans mon mémoire de 1901 (p. 345) ; mais, par suite d'une faute d'impression, l'échelle des longueurs a été indiquée comme étant de 1 mm. pour 2 km., alors qu'elle est deux fois plus petite.

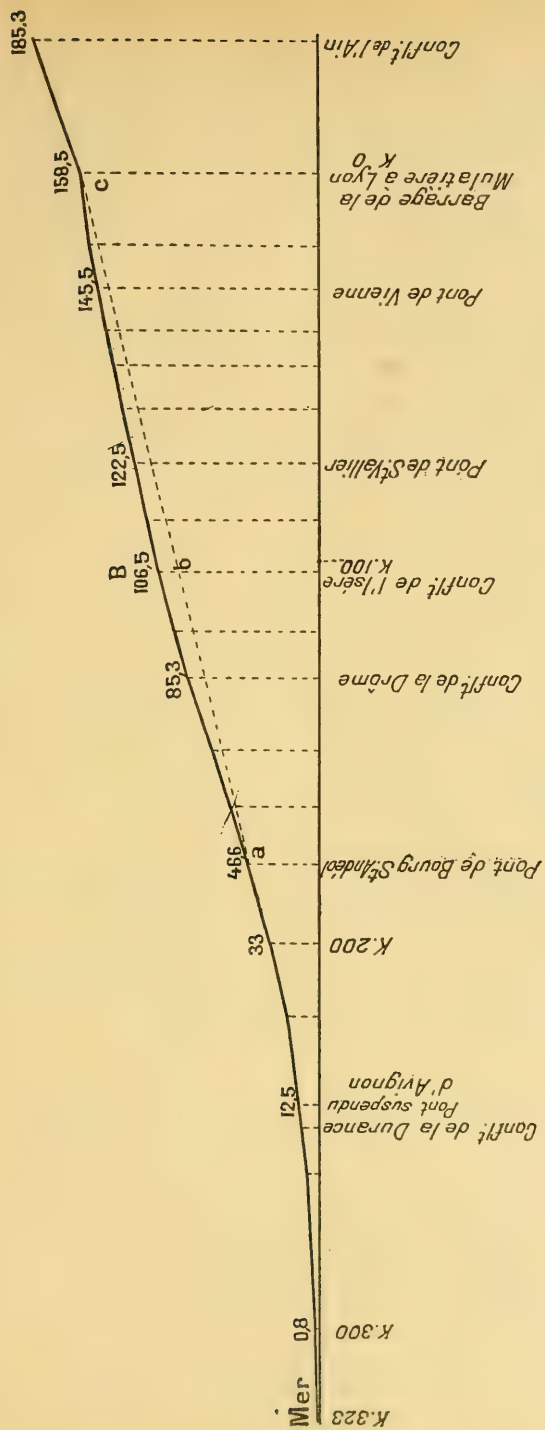


Fig. 1. — PROFIL LONGITUDINAL DU RHÔNE À L'ÉTIAGE. — Long. 1/2 000 000 ; haut. 1/5 000.

nomène analogue s'observe, en effet, au confluent de l'Ain, dont le régime est plus torrentiel que celui du Rhône. Au contraire, à l'embouchure de la Saône, dont le régime est encore plus régulier que celui du Rhône, il n'existe pas de bombement ; la pente en amont y est un peu plus forte que la pente en aval, disposition inverse de celle constatée aux confluent de l'Isère et de l'Ain.

Il importe de noter que dans chacune des sections du tableau, la pente réelle oscille autour de la moyenne et s'en écarte parfois de quantités notables. Les écarts sont dus à des causes diverses. présence de rochers, action des affluents, nature et forme des rives, etc... Dans les environs de Valence, par exemple, la pente qui est de 0,116 p. 100 entre les km. 102 et 103, tombe à 0,023 entre les km. 105 et 106, pour se relever à 0,144 entre les km. 106 et 107.

Profil transversal. — La profondeur du lit à l'étiage est d'environ 5 m., mais elle peut atteindre 7 et même 10 m., notamment dans les défilés et le long des pentes d'une rive attaquée. Dans la région de Valence, d'après les travaux du Service des Ponts-et-Chaussées, les graviers s'élèvent à 2 m. au moins et peut-être même à 3 m. au-dessus de l'étiage ; ils forment pendant les basses eaux des îlots plus ou moins étendus ; plus haut, jusqu'à la limite des crues qui a atteint 7 mètres à Valence, on ne rencontre que des sables et des limons.

L'élévation au-dessus de l'étiage, des graviers et des galets, diminue probablement d'amont en aval ; dans la Camargue, ils ne se montrent qu'en dessous de la surface du delta, et à une profondeur variable qui peut atteindre plusieurs mètres.

Le lit actuel tend à se relever par suite des travaux d'endiguement : dans la région de Valence ce relèvement dépasse, *paraît-il*, 0 m. 50.

II. — OBSERVATIONS CONCERNANT LE COURS DE L'ISÈRE.

Les altitudes de l'étiage sont données par le tableau ci-après :

Confluent du Rhône et de l'Isère.....	106,50 ¹
Isère sous le pont de Châteauneuf ²	120,32
Confluent de l'Herbasse ²	125,70
Isère sous l'ancien pont de Romans.....	134,33
Confluent de la Bourne.....	150,75

1. Les altitudes fournies par divers documents varient entre 106,2 et 106,7.

2. Cote extraite de nivellements exécutés par des Sociétés industrielles.

La comparaison de ces nombres montre que la pente moyenne de l'Isère est de 0,108 entre les confluent du Rhône et de la Bourne, et que celle des différentes sections va en croissant d'amont en aval : elle est en effet de :

0,082 p. 100 entre le confluent de la Bourne et le vieux pont de Romans ;

0,092 p. 100 entre ce pont et l'Herbasse ;

0,13 p. 100 entre l'Herbasse et le pont de Châteauneuf ;

0,16 p. 100 entre ce pont et le Rhône.

Cette anomalie est due probablement, en partie du moins, à la présence de seuils rocheux en amont de Châteauneuf.

Si l'on prend la pente parallèlement à l'axe de la vallée, c'est-à-dire sans tenir compte des méandres, on trouve 0,13 entre le Rhône et l'embouchure de la Bourne, et 0,15 entre le Rhône et le vieux pont de Romans. La pente de l'Isère au voisinage de son embouchure est donc deux fois plus forte que celle du Rhône.

La surface du cône de déjection par lequel l'Isère se raccorde actuellement avec le lit du Rhône, semble s'élever à 4-5 m. au-dessus de l'étiage du fleuve ; elle dominerait donc de 1-2 m. les cailloutis du lit majeur de ce dernier. Sans doute, la présence de limons d'inondation, dont l'accumulation a été rendue possible et favorisée par l'endiguement de l'Isère et du Rhône, pourrait dans une certaine mesure expliquer cette surélévation. Il semble cependant qu'elle soit due surtout à la présence de matériaux grossiers, et je serais disposé à admettre que ce phénomène est normal et doit se produire toutes les fois qu'un cours d'eau à allure torrentielle rencontre *sous un grand angle*, un autre cours d'eau d'allure beaucoup plus régulière. Au voisinage de l'embouchure en effet, les galets de l'affluent doivent s'élever sur le cône à la hauteur des plus hautes eaux, tandis que ceux du cours d'eau principal ne dépasseront pas en général le niveau du lit majeur.

Il est probable d'ailleurs que la surélévation des cailloutis à l'embouchure d'une rivière torrentielle doit varier avec la puissance de transport de la rivière et du fleuve dont elle est l'affluent, et aussi, avec la topographie de l'embouchure.

Lorsque l'angle d'incidence est très faible et le cône très étendu, le raccordement des cailloutis des deux cours d'eau s'opérera le plus souvent par une transition insensible.

III. — CONSIDÉRATIONS SUR LA FORMATION DES NAPPES ALLUVIALES ET DES TERRASSES.

1° Rôle des oscillations du niveau de base général.

J'ai montré antérieurement¹, en m'appuyant sur les faits observés en Algérie et dans les vallées du Rhône, du Rhin et du Danube, que, dans la Méditerranée, et très probablement aussi dans la majeure partie du globe, la ligne de Rivage s'était abaissée pendant le Postpliocène, par une série de mouvements négatifs, instantanés ou très rapides, séparés par des périodes de repos, pendant lesquelles le niveau de la mer s'était relevé (mouvement positif) avec une extrême lenteur, sous l'influence des apports continentaux. L'amplitude du relèvement paraît avoir toujours été inférieure à celle du mouvement négatif immédiatement antérieur. Les mouvements négatifs ont provoqué le creusement des vallées jusqu'à une certaine distance en amont, les mouvements positifs en ont déterminé le comblement.

Je m'appuierai sur cette théorie fondamentale pour expliquer les faits observés dans la vallée du Rhône. On verra d'ailleurs dans le chapitre III (p. 83 et suiv.) que la comparaison du système des terrasses du Rhône, tel qu'il est défini dans ce mémoire, avec celui de l'Isser, ne peut laisser aucun doute sur l'origine eustatique d'une partie au moins des anciennes nappes alluviales du fleuve.

En partant de ces données, il est facile de préciser la nature et le cycle des phénomènes qui se sont succédé dans les grandes vallées fluviales et leurs affluents.

A. — GRANDES VALLÉES FLUVIALES. — Dans une grande vallée, on peut distinguer deux zones : l'une *inférieure*, commençant à l'embouchure, et qui comprend toute la partie de la vallée où le profil d'équilibre est à peu près atteint ; l'autre *supérieure* qui commence en aval du premier obstacle interrompant d'une façon permanente la continuité de la pente.

a) *Zone inférieure*. — La zone du profil d'équilibre doit, en principe, être d'autant plus étendue que le développement de la vallée

1. Voir mes notes de 1899 et 1901, et en outre : Note sur le rôle des oscillations eustatiques du niveau de base dans la formation des systèmes de terrasses de quelques vallées. *C. R. Ac. Sc.*, 10 juin 1901. — Les anciennes lignes de Rivage du Sahel d'Alger. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (4), t. I, mémoire n° 6, 1911. — Note au sujet du déplacement de la ligne de Rivage le long des côtes algériennes pendant le Postpliocène. *B. S. G. F.*, (4), XII, 1912.

est plus grand, le volume des eaux plus considérable, le substratum plus accessible à l'érosion, la durée du mouvement positif plus longue. Pendant la durée d'une période positive, elle tend à s'accroître vers l'amont par la destruction ou le recouvrement des obstacles qui interrompent la continuité du profil. Ce profil tend lui-même à devenir à peu près permanent, et ne subit plus alors d'autres variations que celles qui peuvent résulter d'un déplacement très lent horizontal ou vertical du niveau de base (abstraction faite bien entendu des incidents locaux, tels qu'éboulements, etc...).

Soit pour fixer les idées (fig. 2), AB le profil longitudinal d'un fleuve dans la zone d'équilibre, à la fin d'un mouvement négatif; C

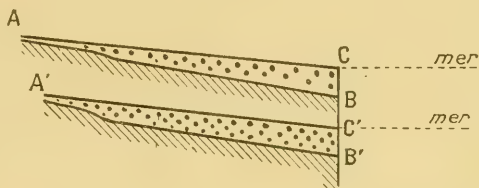


FIG. 2.

C la position du niveau de base à la fin du mouvement positif; ABC la nappe alluviale formée. L'épaisseur de la nappe à l'embouchure sera, en principe; égale à l'amplitude du mouvement positif, et si le substratum en aval de A est formé de roches facilement affouillables, cette épaisseur demeurera à peu près constante dans la plus grande partie de l'intervalle AC; elle tendra toutefois à diminuer en approchant de A.

Un mouvement négatif CB' suivi d'un mouvement positif très lent égal à B'C', déterminera d'abord le creusement régressif de la nappe ABC et du substratum, et la formation aux dépens de l'un et de l'autre, de terrasses longitudinales. Pendant la période positive, il se formera une nouvelle nappe principale A'B'C' dont la surface supérieure sera sensiblement parallèle à la précédente, et qui s'étendra plus ou moins loin vers l'amont.

Si d'autres oscillations du niveau de base se succèdent dans des conditions analogues, il se formera autant de nappes principales qu'il y aura d'oscillations; elles seront parallèles entre elles. *A priori*, il semble que l'étendue de la zone du profil d'équilibre doive tendre à diminuer.

Les terrasses créées pendant le mouvement négatif, peuvent être classées dans deux catégories bien distinctes : *les unes*, que l'on peut qualifier de *régulières* ou de *principales*¹ sont les

1. J'emploierai de préférence le dernier qualificatif; le premier est destiné surtout à marquer l'opposition d'origine qui existe entre ces terrasses et celles de la zone supérieure dont il est question ci-après.

témoins des nappes principales (ABCDEF, fig. 3) dont elles dérivent; elles en jalonnent le tracé d'une façon plus ou moins continue dans toute l'étendue de la zone d'équilibre. On les observe sur les deux rives à des altitudes relatives sensiblement constantes, abstraction faite, bien entendu, des variations accidentelles dont je parlerai plus loin;

Les autres, que l'on peut qualifier de *secondaires* (a, fig. 3) se montrent sur les coupures qui limitent les terrasses principales, ou sur le substratum mis à nu par le creusement; elles représentent les étapes successives de ce creusement et peuvent, par suite, se montrer à *toutes les altitudes* comprises dans l'intervalle de deux nappes consécutives. En général, elles ne se correspondent pas d'une rive à l'autre, parce que le creusement est toujours accompagné d'un déplacement oscillatoire du thalweg; en outre, leur continuité est beaucoup plus limitée, parce qu'elles sont plus exposées que les terrasses principales à la dénudation. C'est surtout dans les parties élargies de la vallée qu'elles se sont conservées, et qu'elles acquièrent leur plus grand développement.

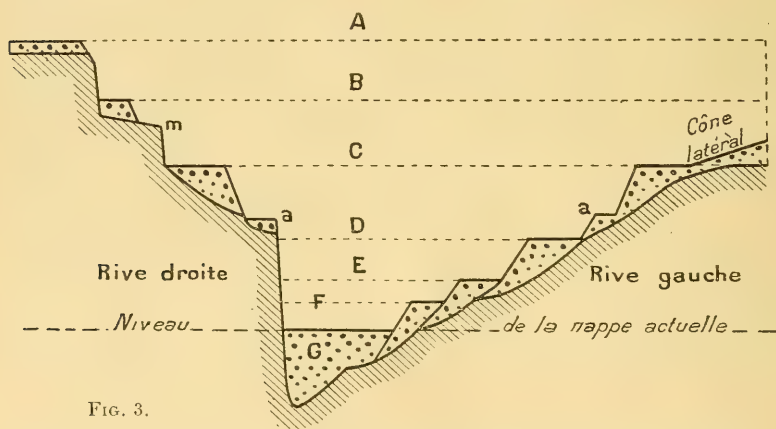


FIG. 3.

SCHEMA DE LA DISPOSITION DES TERRASSES DU RHÔNE DANS LA RÉGION DE VALENCE.
Hauteur : 1/5 000.

Application de la théorie à la vallée du Rhône. — La théorie que je viens d'exposer est essentiellement basée sur l'hypothèse de la faible résistance à l'érosion des roches qui constituent le fond et les flancs de la vallée. Cette condition semble avoir été réalisée à un haut degré dans la basse vallée du Rhône, à la fin du Tertiaire. Cette partie de la vallée, en effet, a été occupée par la mer pliocène, jusqu'au voisinage de Lyon, et les dépôts de

cette époque descendent en dessous du lit actuel. Elle a ensuite été comblée par des alluvions jusqu'à une altitude qui, à Valence, atteignait au moins le sommet de Crussol (406 m.) soit 300 m. au-dessus de l'étiage, et c'est seulement après ce comblement qu'ont commencé les alternatives de creusement et de remblai dont les terrasses sont les témoins.

Comme, d'autre part, l'épaisseur des diverses nappes alluviales semble indiquer que la durée des mouvements positifs a été très considérable, on peut en conclure que les nappes et terrasses formées sous l'influence de ces oscillations doivent être parallèles entre elles et au thalweg actuel, et que la zone d'équilibre a dû, après chaque mouvement négatif, remonter au moins jusqu'à Lyon. C'est effectivement à cette constatation que m'a conduit, en 1906, l'étude des terrasses du Rhône, du moins pour celles créées à partir d'un niveau voisin de 150 m.

On remarquera qu'il est fort possible que le prochain mouvement négatif, si son amplitude est suffisamment grande, 30 à 40 m. par exemple, fasse apparaître dans le fond de la vallée du Rhône des seuils rocheux ; ces seuils interrompraient la continuité du thalweg et décomposeraient le lit en une série de biefs successifs ; les nappes correspondant à chaque bief ne seraient plus nécessairement parallèles à la nappe actuelle.

Terrasses emboîtées. — La figure 3 qui représente schématiquement la disposition des terrasses de la vallée du Rhône autour de Valence, met en évidence une particularité intéressante que j'avais déjà signalée en 1901¹. La nappe actuelle G et les terrasses correspondant aux nappes E et F, au lieu de reposer exclusivement sur les roches encaissantes, ce qui est le cas le plus général, butent contre les terrasses de la nappe immédiatement antérieure.

J'ai appelé *emboîtement* cette disposition, et j'ai montré l'intérêt qu'elle présente au point de vue paléontologique.

b) Zone supérieure. — Dans cette zone, le lit est interrompu par des seuils rocheux ou par des dépressions lacustres, qui le divisent en une série de biefs indépendants. Les variations du

1. Voir mémoire de 1901, p. 354 et 374. C'est à tort que quelques géologues se servent du terme *emboîtement* pour définir la situation des terrasses dans la vallée qui les renferme. L'expression ainsi employée est un *pléonisme*, les nappes alluviales et les terrasses d'une vallée étant nécessairement emboîtées dans cette vallée. Il me paraît plus rationnel de réserver ce terme pour les terrasses dont les matériaux constitutifs sont en contact sur une portion plus ou moins étendue d'une section transversale.

niveau de base général n'exercent aucune influence sur le processus de l'érosion ou du comblement. Dans la plus grande partie de cette zone, le creusement est continu ; il ne se forme de remblais qu'au voisinage des seuils, au débouché du cours d'eau dans les cavités lacustres, et enfin aux changements de pente (cônes de déjection). Les témoins du creusement sont représentés par des terrasses de cailloutis ou des replats rocheux qui s'étagent à des *altitudes quelconques* sur les flancs de la vallée.

Dans le cas cependant, où une portion de la vallée est ou a été occupée par un lac dont le niveau a subi des variations plus ou moins rapides, séparées par des périodes de stabilité relative, on pourra observer en amont de l'embouchure du cours d'eau des terrasses plus ou moins continues et parallèles sur une certaine étendue ; elles représentent les débris des anciennes nappes correspondant à ces niveaux successifs ; elles seront surtout développées dans les biefs à faible pente.

Abstraction faite de ces cas particuliers, on peut qualifier d'*irrégulières* toutes les terrasses de la zone supérieure ; elles correspondent, comme on le voit, aux terrasses *secondaires* de la zone d'équilibre, et on pourrait, par suite, appliquer le même qualificatif, aux unes et aux autres. Je crois néanmoins préférable de les distinguer, parce que dans la zone d'équilibre la plupart des terrasses *secondaires* sont formées aux dépens de nappes principales, tandis que dans la zone supérieure, la plupart des terrasses *irrégulières* sont le résultat de l'érosion des roches encaissantes. En outre, il sera le plus souvent très difficile, et même impossible, de raccorder ces dernières aux terrasses de la zone d'équilibre.

Il paraît très probable que la zone supérieure dont l'étendue tend en principe à diminuer dans le cours d'une période positive donnée, doit, au contraire, tendre à s'accroître vers l'aval pendant une série d'oscillations du niveau de base à résultante négative.

B. — AFFLUENTS DES GRANDES VALLÉES. — Les affluents ont, en général, des pentes plus fortes que celles du cours d'eau principal, et par suite, une allure plus torrentielle¹.

Presque toute la région en amont du confluent est assimilable à la zone supérieure des grandes vallées et les phénomènes qui s'y accomplissent sont semblables ; le creusement y est ininter-

1. Il y a des exceptions, et, dans le bassin du Rhône, la Saône en est une ; la grande étendue du bassin de cette rivière et la faible élévation de ses sources actuelles expliquent cette anomalie.

rompu, sauf sur quelques points, et il ne donne naissance le plus souvent qu'à des terrasses *irrégulières* de faible épaisseur. Ce creusement tend à réduire la pente dans chaque bief et à la rapprocher du profil d'équilibre ; il tend aussi à supprimer les biefs successifs.

Au voisinage du confluent, les phénomènes sont plus complexes.

Pendant les périodes positives, le cours d'eau affluent, en raison de son allure torrentielle, refoulera le cours d'eau principal contre la rive opposée, et édifiera un cône de déjection plus ou moins aplati, dont l'épaisseur diminuera en général d'aval en amont ; ce cône pourra déterminer un bombement du lit du cours d'eau principal. A mesure que ce dernier relèvera son lit, le cône se développera et son sommet remontera d'autant plus loin vers l'amont que les pentes seront moins rapides et plus continues ; le maximum de développement correspondra à la fin de la période positive. La pente finale sera fonction de la nature et du volume des matériaux charriés, de l'étendue du cône et de la puissance de transport du cours d'eau principal. Dans toute la région occupée par le cône, le creusement sera suspendu ; mais il continuera en amont.

Il est important de noter que les cours d'eau permanents qui coulent sur un cône aplati doivent, en principe, tendre à gagner les points les plus bas, et par conséquent à déplacer peu à peu leur embouchure vers l'aval du cours d'eau principal. La nappe alluviale pourra par suite présenter une pente transversale appréciable.

Pendant les périodes négatives, le creusement de la vallée principale entraînera celui du cône ; une terrasse *régulière* se formera dans la vallée latérale jusqu'au voisinage du sommet ; elle se raccordera en aval avec celle de la vallée principale. A chaque nappe et terrasse principales de cette dernière vallée, correspondront, en général, dans la vallée latérale, un cône de déjection et une terrasse régulière. Mais, tandis que dans la vallée principale, les terrasses régulières successives seront à peu près parallèles entre elles, dans la vallée latérale, les altitudes de ces terrasses au-dessus du thalweg iront le plus souvent en croissant d'aval en amont, et leurs intervalles dépendront à la fois de leurs pentes et des positions respectives des embouchures correspondantes. En raison de la continuité du creusement en amont du cône, il pourra arriver qu'une terrasse *régulière* de la vallée latérale se lie *théoriquement* à deux ou plusieurs terrasses *irrégulières*. La connexion entre ces diverses terrasses sera

le plus souvent très difficile à établir, quand la continuité aura disparu.

Dans les considérations qui précèdent, j'ai fait abstraction des glaciers. Le creusement des vallées, comme je l'ai dit déjà en 1901¹, n'est pas l'œuvre des glaciers; il est sous la dépendance exclusive de l'action des eaux courantes, sous-glaciaires ou coulant à l'air libre. Les glaciers, qu'on me permette cette métaphore, ont assisté *impassibles* au creusement des vallées, et le seul rôle qu'on puisse avec certitude leur attribuer, est celui d'*agents protecteurs*. L'action des eaux, dans les vallées qu'ils occupent actuellement, est ralentie par les obstacles que la glace oppose à leur mouvement, et, d'autre part, cette même glace et les neiges éternelles protègent le sol contre l'action des pluies et les alternatives de gel et de dégel. Il n'y a aucune raison pour qu'il n'en ait pas été de même dans le passé.

Quant à la formation des nappes et terrasses dans la région du profil d'équilibre, elle n'a rien à voir avec les glaciers; elle est sous la dépendance exclusive des variations du niveau de base général.

2^e Observations sur les fausses terrasses.

Lorsqu'un cours d'eau creuse son lit, la terrasse qu'il crée en sectionnant le cône de déjection d'un affluent, présente des caractères très différents de ceux des terrasses régulières créées dans son propre lit. Le bord de cette terrasse est toujours plus élevé que la surface des terrasses régulières, puisque le bord se trouve, en général, à une certaine distance de l'extrémité du cône : la différence sera d'autant plus considérable que cette distance sera plus grande et la pente de l'affluent plus forte. Les altitudes relatives des différents points de ce bord varieront avec la direction de la section, tandis qu'elles demeurent constantes dans les terrasses régulières.

J'ai en 1901, distingué ces terrasses sous le nom de *fausses terrasses*² et j'ai montré qu'elles devaient être exclues avec le plus grand soin de la série des terrasses régulières de la vallée principale.

La notion des *fausses terrasses*, comme on le verra dans ce mémoire, prend une grande importance dans les études relatives aux systèmes de terrasses des vallées montagneuses; elle en a beaucoup moins dans les pays de plaines ou de plateaux élevés.

1. Voir page 377.

2. Voir mon mémoire de 1901, p. 369. La figure de la page 370 montre nettement la nécessité de l'élimination des *fausses terrasses*.

IV. — DÉTERMINATION DE L'ALTITUDE DES TERRASSES.

1° *Altitude absolue.* L'altitude d'une terrasse, dans un profil transversal quelconque, est celle des graviers les plus élevés appartenant à la nappe dont la terrasse est un débris. On devra pour cette détermination faire abstraction des cônes de déjection d'origine latérale, des débris accumulés par le ruissellement au pied des pentes, des limons d'inondation, et en outre de tous les dépôts dont le transport ne peut être attribué à l'action des eaux courantes (loess ou lehm, amas glaciaires, etc.). Même avec ces précautions, les altitudes ainsi obtenues, ne concorderont pas nécessairement avec celles de la nappe, comme il est facile de s'en rendre compte.

La surface des nappes principales, indépendamment des changements qu'elle a pu subir sous l'influence des causes que je viens d'énumérer, est fréquemment sillonnée par des dépressions longitudinales correspondant à d'anciens lits permanents ou temporaires. Dans les petits cours d'eau, ces dénivellations sont presque toujours négligeables ; il n'en est pas de même dans les grands fleuves où la profondeur du lit majeur peut atteindre et même dépasser une dizaine de mètres.

L'altitude originelle de la nappe a été assez souvent modifiée par la dénudation et surtout par les érosions longitudinales consécutives du creusement. Dans une grande vallée comme le Rhône, où l'épaisseur de certaines nappes principales s'élève à plus de 30 m., il peut arriver que le fleuve, en se portant sur une rive, entraîne la plus grande partie des alluvions préexistantes, et décape même le replat rocheux (*m*, fig. 3) sur lequel elles reposaient. Dans ce cas, les écarts d'altitude entre les lambeaux d'une même nappe situés, soit sur les deux rives vis-à-vis l'un de l'autre, soit à peu de distance sur la même rive, pourront atteindre une valeur voisine de celle qui représente l'épaisseur de la nappe.

Pour pouvoir déduire des altitudes trouvées, celles de la nappe principale, il faudra donc, au préalable, éliminer toutes celles qui se rapportent à des accidents topographiques postérieurs à la formation de la nappe, et rechercher avec soin, pour chaque lambeau, les causes des écarts observés.

2° *Altitudes relatives.* Les terrasses qui représentent les débris des nappes alluviales successives étant discontinues et séparées verticalement et horizontalement par des intervalles

très variables, on ne pourra, en général, démontrer le rattachement à une même nappe de deux lambeaux donnés, qu'en se basant sur leurs altitudes au-dessus du cours d'eau qui les a créés. Ces altitudes *relatives* doivent donc être déterminées avec le plus grand soin. Mais pour cela, il faut que les altitudes absolues soient elles-mêmes exactement connues, et ensuite que l'on dispose d'un profil longitudinal du cours d'eau établi avec le même degré de précision, de façon à obtenir des nombres comparables entre eux.

Dans la vallée du Rhône, les altitudes absolues peuvent être assez facilement obtenues, grâce aux nombreux nivellements existants ; en ce qui concerne le profil longitudinal du fleuve, j'ai adopté celui de l'*étiage*, défini et levé par le Service des Ponts et Chaussées. C'est à cet *étiage* qu'ont été rapportées toutes les altitudes relatives citées dans ce mémoire. L'*étiage conventionnel* du Rhône se trouvant, dans la région de Valence, à 3 m. environ en dessous du niveau atteint par les cailloutis du lit majeur, les altitudes relatives devront être diminuées de cette quantité, toutes les fois qu'on voudra les utiliser pour déterminer les différences de niveau existant entre les anciennes nappes alluviales et la nappe actuelle. On ne devra pas perdre de vue, en outre, que l'altitude relative d'une terrasse, même parfaitement nivelée, peut, sur des points assez rapprochés, présenter des écarts de plus d'un mètre, par suite des variations périodiques de la pente kilométrique. La présence d'un méandre très oblique pourra produire le même résultat.

Cette nécessité de la précision, sur laquelle j'ai cru devoir insister, n'a pas toujours été reconnue, et c'est pour ce motif que les indications fournies par beaucoup de travaux anciens ou récents concernant les terrasses et les lignes de Rivage ne peuvent être utilisées qu'après vérification. Pour donner une idée des erreurs que l'on peut commettre dans la détermination des altitudes, il me suffira de citer les deux faits suivants. L'altitude relative de la terrasse des Bains au Sud de Montélimar (terrasse des Trappistines) varie suivant les auteurs de 80 à 100 m., et les altitudes attribuées au Rhône sur un même point diffèrent parfois de plus de 8 m. de l'altitude réelle. Il est évident que de pareils écarts rendent impossibles ou illusoirs la comparaison et la classification des terrasses.

J'ajouterai que pour réduire au minimum les causes d'erreur, il sera le plus souvent nécessaire de ne procéder à l'étude de détail d'un niveau qu'après avoir fait une reconnaissance générale de la vallée ; seule, cette reconnaissance permettra de

distinguer et de séparer les terrasses secondaires des terrasses principales.

V. — CAUSES QUI PEUVENT INFLUER SUR LA DISTRIBUTION
ALTIMÉTRIQUE DES TERRASSES.

1° *Déplacement horizontal du niveau général de base.* — Si les côtes étaient limitées par des falaises verticales suffisamment élevées et à l'abri de l'action de la mer, et si la formation d'un delta était rendue impossible par la profondeur de la zone littorale, les lignes de Rivage successives se trouveraient à peu près sur la même verticale, et les nappes principales de la vallée fluviale seraient séparées à *l'embouchure*, par des intervalles égaux à ceux qui séparent les *maxima* positifs; ces intervalles conserveraient leur valeur initiale jusqu'à une distance plus ou moins grande vers l'amont. Dans la réalité, il n'en est presque jamais ainsi, parce que la ligne de Rivage, en même temps qu'elle se déplace verticalement, subit des déplacements *horizontaux*: les uns positifs (empiètements de la mer sur le domaine continental, recul des falaises côtières); les autres négatifs (extension du domaine continental, atterrissements, deltas...) ¹.

Les déplacements *positifs* ont, en principe, déterminé un creusement en amont; ils ont donc augmenté les altitudes des nappes préexistantes par rapport à la nouvelle nappe, et par conséquent l'intervalle entre cette dernière et la précédente. Mais, dans la théorie des oscillations du niveau de base, telle que je l'ai exposée, leur influence a été, en général, très limitée, surtout dans la région méditerranéenne.

Les déplacements *négatifs* qui, en raison de la pente du continent vers la mer, ont nécessairement accompagné tous les mouvements verticaux de même signe, ont au contraire exercé une influence considérable sur les relations des nappes alluviales; ils ont déterminé un relèvement du lit, lequel a entraîné une diminution des altitudes relatives des nappes préexistantes par rapport à la nouvelle nappe, et par conséquent une diminution de l'intervalle entre cette dernière et la précédente.

Dans la basse vallée du Rhône, par suite de sa configuration topographique, ces derniers déplacements ont été peu importants à partir du niveau de 140-150 m.; les altitudes relatives des nappes n'ont pu dès lors être modifiées que par la formation

1. Voir à ce sujet ma note de 1901, p. 360 et suivantes.

d'un delta, et, si l'on en juge par le delta actuel, le relèvement du lit a dû être très faible, 1-2 m. au plus. Il n'en a pas été nécessairement de même dans le passé. L'existence de niveaux antérieurs à celui de 140-150, suppose une extension de la ligne de Rivage assez loin dans l'intérieur des terres; la retraite ultérieure de la mer a dû par suite déterminer une diminution des altitudes relatives des nappes correspondantes. Pour le niveau de 184 m., cette diminution atteint vraisemblablement 20 m.

Les changements dans la situation relative des nappes alluviales et des terrasses seraient beaucoup plus sensibles dans une vallée, comme celle de la Loire, où jusqu'à une grande distance en amont, le relief du sol ne dépasse pas 300 m.; des déplacements horizontaux négatifs, d'une amplitude suffisante, auraient pour effet, non seulement de réduire considérablement les intervalles des nappes successives, mais même de faire disparaître quelques-unes de ces nappes.

On doit conclure de ces considérations, que la comparaison des systèmes de terrasses de deux grandes vallées fluviales n'est possible que si l'on connaît avec une précision suffisante la position des lignes de Rivage dans chacune d'elles.

2° Déplacement horizontal ou longitudinal du niveau de base d'un affluent. — Le niveau de base d'un affluent est le point du cours d'eau dont il est tributaire, situé vis-à-vis de l'embouchure.

Il est évident tout d'abord que toute modification dans la répartition altimétrique des nappes alluviales de la vallée principale, sous l'influence des variations du niveau général de base, doit entraîner une modification de même ordre dans la répartition des nappes correspondantes de l'affluent.

Le déplacement oscillatoire du thalweg de part et d'autre de l'axe de la vallée principale peut, s'il acquiert une amplitude suffisante, entraîner également des modifications dans le nombre et la répartition des terrasses de l'affluent. Si le cours d'eau principal attaque la rive où débouche l'affluent, celui-ci creusera son lit et son cône de raccordement; si, au contraire, c'est la rive opposée qui est attaquée, l'affluent étendra son cône et remblaiera sa vallée jusqu'à une distance plus ou moins grande en amont.

Mais il existe une autre cause dont l'influence est beaucoup plus considérable que les précédentes, et qui n'a pas encore été signalée, à ma connaissance du moins: c'est le déplacement longitudinal de l'embouchure de l'affluent le long du cours d'eau principal. On verra dans ce mémoire que l'embouchure de l'Isère

s'est déplacée à plusieurs reprises le long du Rhône, et que l'amplitude totale de ses déplacements a peut-être dépassé 30 km. Une construction géométrique très simple montre que ces déplacements ont eu nécessairement pour effet d'allonger ou de réduire le trajet de l'Isère entre le Rhône et un point quelconque de la rivière, et, par suite, d'augmenter ou de diminuer l'intervalle des nappes alluviales correspondantes. Je citerai comme exemple, les nappes des Méanes et de Foullouse-Léore, dont l'intervalle vis-à-vis de Chatuzange n'est que de 28 m., tandis que l'intervalle des nappes du Rhône auxquelles elles se rattachent est de 44-45 m.; cette différence provient de ce que la nappe des Méanes se raccordait à celle du Rhône en amont de Valence, tandis que celle de Foullouse-Léore atteignait le fleuve en aval de Charmes. La comparaison des intervalles des nappes d'Alixan et de Foullouse mettrait en évidence un phénomène inverse.

On ne doit pas perdre de vue, en outre, que la différence de pente qui peut exister entre deux nappes d'un affluent, contribue à atténuer ou à accentuer, suivant le cas, l'influence du déplacement de l'embouchure.

3° *Phénomènes de capture.* — Des changements considérables dans la distribution des terrasses peuvent se produire à la suite de phénomènes de capture. Je me bornerai à envisager ici un cas très simple. Soit AB (fig. 4) le cours d'eau principal, BC un affluent; supposons que les pentes soient respectivement de 0,06 et de 0,25 p. 100. Si la cote du confluent B est 150, celle du point A, à l'échelle adoptée, sera environ 160, et celle de C, 210. Imaginons maintenant que, par suite d'une capture, l'affluent cesse de couler de C vers B et prenne la direction CA. La distance AC étant seulement de 14 km., la pente serait de 0,35, par conséquent beaucoup plus forte que celle de la rivière en C. Celle-ci devra donc creuser son lit et ce creusement

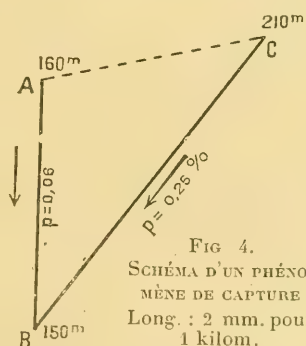


FIG. 4.
SCHÉMA D'UN PHÉ-
NOMÈNE DE CAPTURE
Long. : 2 mm. pour
1 kilom.

abaissera le point C en dessous de la cote 210 d'une quantité qui pourra atteindre 14-15 m. Si, pendant ce creusement, l'altitude du fleuve est restée à peu près invariable, il y aura finalement dans la partie inférieure de la vallée affluente deux nappes CB et CA correspondant à la nappe AB de la vallée principale. En amont

de C, elles seront représentées par deux terrasses superposées et distinctes.

On verra dans le chapitre II (p. 45) qu'il existe dans la Basse Isère un exemple remarquable de ce dédoublement, contemporain de la nappe de 34-35 m.

4° Relèvement du lit du cours d'eau principal par les apports des affluents. — Les cônes de déjection des affluents ont rarement un développement assez grand pour barrer d'une façon permanente la vallée principale et en modifier le profil longitudinal. Dans la vallée du Rhône, la seule dont je m'occuperai ici, l'Isère constitue une exception. Ainsi qu'on l'a vu plus haut, ses apports ont déterminé un bombement du lit entre Lyon et Bourg-Saint-Andéol, bombement dont le maximum est près de Valence.

Les pentes de l'ancienne Isère ayant été plus fortes que la pente actuelle, on peut présumer que les nappes alluviales successives du Rhône ont dû présenter un bombement semblable ; mais comme ces nappes sont à peu près parallèles, il faut admettre que ces bombements successifs ont eu sensiblement la même répartition longitudinale et la même amplitude. On doit en conclure également que les effets des divers changements qui ont dû certainement se produire pendant cette longue période, dans le régime du Rhône et de l'Isère et en particulier dans leur puissance de transport, se sont plus ou moins compensés.

Ce fait est d'autant plus remarquable que les deux causes principales qui ont influé sur ce régime (variations de la pente et du volume des eaux) ont dû agir d'une façon indépendante dans les deux vallées.

Dans l'Isère, les pentes anciennes de la rivière et de ses cônes successifs, ont été notablement plus fortes qu'aujourd'hui, et en outre, variables suivant les niveaux, tandis que dans le Rhône, celles des nappes principales ne paraissent pas avoir varié.

Quant au volume des eaux, qui est fonction du développement des glaciers et du climat, on peut considérer comme vraisemblable que ses variations n'ont pas eu le même rythme dans l'Isère et dans le Rhône, pendant le Postpliocène ; en outre, on ne doit pas perdre de vue qu'à une époque antérieure au niveau de 100 m., le Rhin se déversait dans le Rhône par la vallée du Doubs ¹.

1. Général DE LAMOTHE. Sur le passage du Rhin par la vallée du Doubs et la Bresse pendant le Pliocène. *C. R. Ac. Sc.*, 10 août 1903.

Quoi qu'il en soit, il est intéressant de rechercher quelle a pu être l'influence, sur l'altitude relative des terrasses du Rhône, des déplacements de l'embouchure de l'Isère et du maximum de bombement. Cette influence peut être calculée assez facilement, soit à l'aide d'un profil à grande échelle, soit en se basant sur les pentes moyennes du fleuve en amont et en aval. On trouve alors qu'un déplacement de 10 km. vers l'aval, provoquerait dans la vallée principale : en amont un creusement dont l'amplitude atteindrait environ 1 m., et en aval un relèvement du lit à peu près équivalent. Ces quantités peuvent donc, en général, être considérées comme négligeables, d'autant plus que les effets de ce creusement et de ce relèvement ont dû vraisemblablement être localisés, dans le voisinage du confluent final.

D'ailleurs, comme dans la région de Valence, les alluvions anciennes sont représentées surtout par les cônes de déjection de l'Isère, dont les pentes sont relativement fortes et dont la partie terminale a été plus ou moins complètement détruite, on conçoit que, dans ces conditions, il doive être souvent très difficile de retrouver les preuves du creusement et du relèvement précités.

On verra cependant dans le chapitre II que l'intervention de ces deux phénomènes combinée avec la surélévation des cônes de déjection par rapport au lit majeur des fleuves, permet d'expliquer d'une façon satisfaisante la légère augmentation que présente la série des altitudes relatives de l'extrémité des cônes de déjection, calculée à l'aide des pentes de ces cônes.

VI. — OBSERVATIONS SUR LA COMPOSITION DES NAPPES ALLUVIALES ET L'ÉTAT DE CONSERVATION DE LEURS ÉLÉMENTS.

1° Les alluvions du Rhône et de l'Isère, près de Valence, sont formées essentiellement de quartzites, de calcaires et de roches cristallines (gneiss, amphibolites, granulites...) ; ces éléments sont, en général, d'autant mieux conservés, qu'ils appartiennent à des niveaux plus récents. Dans les nappes de 21-22 m. et de 34-35 m., les traces d'altération sont limitées à une couche superficielle, qui est rubéfiée sur une profondeur de 1-2 m. ; dans cette couche, les galets de roches cristallines sont souvent décomposés, et les quartzites présentent une patine jaune ou brune caractéristique. Dans la nappe de Foullouse-Léore, les indices d'altération se manifestent à une plus grande profondeur, les roches cristallines deviennent plus rares et les quartzites tendent

à prédominer ; ils se montrent même seuls sur certains points où l'épaisseur de la nappe se réduit à un petit nombre de mètres. Enfin, dans les niveaux les plus élevés, les quartzites sont à peu près les seules roches que l'on rencontre, sauf sur les pentes où l'épaisseur de la nappe est considérable et où une partie de celle-ci a été transformée en poudingues (Plateau de Soulier, Chatuzange).

Il est remarquable que les éléments calcaires qui semblent faire défaut dans les terrasses les plus élevées de la rive gauche de l'Isère, se trouvent en abondance dans les débris des anciens cônes de déjection correspondants (au Sud des Matras, par exemple).

2° La patine des quartzites n'est pas exclusivement la conséquence de leur âge : dans les niveaux les plus récents (les Pécolets, les Bariaux, etc...), on remarque, que les quartzites retirés des champs et jetés dans les chemins sont recouverts pour la plupart par une patine brune.

3° La composition des cailloutis d'un même niveau peut présenter d'une rive à l'autre des différences notables, par suite du développement des apports latéraux. C'est ainsi que sur la rive gauche du Rhône, les éléments calcaires roulés abondent dans la terrasse de Soulier (niveau de 104 m.) et forment la masse des cônes de déjection latéraux correspondants, tandis qu'ils font défaut sur la rive droite à Biousse, ainsi qu'aux Méanes, et dans les terrasses de même âge qui dominent la plaine de Romans. Ces dernières sont couvertes exclusivement de quartzites charriés par l'Herbasse et la Savasse.

Au Nord et à l'Est de Valence, les terrasses du niveau de 140-150 m. ne renferment qu'exceptionnellement des débris de roches cristallines alpines, et ce x-ci sont toujours altérés. Sur la rive droite du Rhône, au contraire, on trouve dans les terrasses du même niveau situées à l'Ouest de Châteaubourg et même dans des terrasses beaucoup plus élevées, des galets de roches cristallines de l'Ardèche en bon état.

On peut conclure de ces faits que l'altération des roches n'est pas exclusivement la conséquence de leur âge et doit être attribuée, en partie au moins, à d'autres causes, telles que la perméabilité du dépôt et du substratum, la présence ou l'absence de végétation, etc... En tout cas, le degré d'altération des éléments d'une nappe et la proportion plus ou moins grande des quartzites, ne suffisent pas pour fixer avec certitude l'ancienneté absolue ou relative de cette nappe.

VII. — OBSERVATIONS DIVERSES.

Détermination des altitudes en général. — Elle a été faite le plus souvent à l'aide des minutes de la Carte à 1/80 000. Les cotes, sauf quelques erreurs qu'il a été facile d'éliminer, peuvent être considérées comme exactes, à 1-2 m. près.

J'ai utilisé aussi les nivellements exécutés par le Service du Nivellement général, par la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, par les Ponts-et-Chaussées, par la Compagnie du Canal de la Bourne, et enfin par la ville de Valence¹.

Un petit nombre d'altitudes, d'intérêt secondaire pour la plupart, ont été déterminées par le baromètre : elles sont approximatives.

Évaluation des pentes. — J'ai rapporté toutes les pentes à l'hectomètre, par analogie avec la notation que j'ai adoptée pour les plateformes littorales d'Algérie. La notation 0,2 suivie ou non du signe p. 100 signifiera donc que la pente est de 0 m. 2 sur 100 m.

Cartes à consulter. — Carte de l'État-Major et Carte géologique détaillée à 1/80 000 : feuilles de Valence, de Vizille et de Privas.

Observation sur la carte jointe à ce mémoire. — Les contours indiqués doivent être considérés comme *schématiques*. L'échelle de la carte, l'imperfection de la topographie et la rareté des coupes, ne permettent pas la précision. Je me suis, du reste, préoccupé avant tout, de mettre nettement en évidence les relations de position des différents niveaux et de faciliter la lecture du mémoire.

II. — Étude

des anciennes nappes du Rhône et de l'Isère.

Observations préliminaires. — 1° Dans la vallée de l'Isère, mes explorations ont eu presque exclusivement pour objet la rive gauche. C'est sur cette rive que se trouvent la plupart des anciennes terrasses de l'Isère, et d'autre part, l'interprétation

1. J'ai employé indifféremment les documents officiels, bien qu'il existe de légères divergences entre les altitudes données par les repères correspondant à un même point, mais appartenant à des nivellements différents.

des traces peu nombreuses que l'on observe sur la rive droite au-dessus du niveau de Romans, est rendue très difficile par ce fait que les affluents charrient également des galets alpins. Une étude de détail de cette rive exigerait des cartes topographiques à grande échelle. En tout cas, elle n'est pas indispensable pour la solution des problèmes qui font l'objet de ce mémoire.

2° Les altitudes au-dessus de l'étiage de la plupart des nappes du Rhône sont, comme je l'ai dit, sensiblement constantes, du moins entre Lyon et la mer; celles des anciennes nappes de l'Isère croissent d'aval en amont à partir du confluent.

Il est donc logique de désigner les nappes successives du Rhône d'après leur altitude au-dessus de l'étiage, et celles de l'Isère par un nom de lieu. Les diverses terrasses formées aux dépens d'une même nappe seront toutes désignées par un nom de lieu.

3° J'adopterai pour l'exposé des faits, une division chronologique basée sur la série des anciens niveaux du Rhône.

I. — NAPPE PRINCIPALE DU RHÔNE DE 21-22 MÈTRES.

A. — VALLÉE DE L'ISÈRE. — NAPPE DE ROMANS (fig. 5 et 6). — L'Isère, en aval de l'Albenc, coule dans un défilé étroit et profond, creusé principalement dans la mollasse. Le lit actuel se raccorde avec celui du Rhône par l'intermédiaire d'un cône de déjection dont le contour terminal n'atteint pas 3 km.

Les deux rives sont bordées par des terrasses presque continues, qui dominent la rivière d'une trentaine de mètres près de l'embouchure; ce sont les débris d'une ancienne nappe alluviale qui occupait autrefois toute la largeur de la vallée. Je la désignerai sous le nom de *nappe de Romans*. La surface des terrasses qui en dérivent est, en général, bien nivelée, abstraction faite des dénivellations dues à la présence d'anciens lits ou de terrasses secondaires; sur la rive droite, elle présente une inclinaison sensible vers le Sud, due en partie au moins, à des apports latéraux.

a) *Rive droite. — Terrasse de Romans entre Baudière et l'Herbasse.* — Le bord supérieur entre Mours et St-Paul ne peut être tracé que d'une façon approximative; le sol a été relevé par des alluvions d'origine latérale, constituées par des sables mollassiques, auxquels s'associent de nombreux galets alpins,

principalement des quartzites, provenant d'alluvions plus anciennes. Plusieurs talus d'érosion correspondant à d'anciens lits mineurs sillonnent longitudinalement la surface de la terrasse.

L'altitude des cailloutis alpins atteint 167 m. à la gare de Romans, 170 près de Mours¹ ; elle est de 186 dans une gravière à l'Est de la gare de St-Paul, de 182 environ au Sud du village, sur le bord du talus qui limite la terrasse.

Plateau de Conflans, entre l'Herbasse et la route nationale de Paris à Marseille. Il est limité du côté du Rhône par une falaise d'une quinzaine de mètres (falaise de Conflans), qui se développe pendant 7 km. du Nord au Sud. L'altitude du bord est de 144 m. environ près de Mule Blanche, de 137 au Nord-Ouest de Pont-de-l'Isère².

Du côté de la coupure de l'Isère, le plateau est limité par une falaise dont la continuité est interrompue par des terrasses secondaires.

A l'Ouest de la falaise de Conflans règne une dépression de 4-500 m. de largeur qui sépare le plateau de Conflans du monticule de St-Georges coté 137 près du Belvédère. D'après son altitude ce monticule doit être considéré comme un témoin de l'ancienne extension du plateau. Le tracé de la falaise de Conflans suivant une courbe à concavité tournée vers l'Ouest, la pente régulière de la dépression vers le Sud, sa largeur, et enfin la présence de plusieurs talus d'érosion, indiquent nettement que cette dépression a été créée par le bras principal du Rhône. Le fond étant à la cote 125 sur le parallèle de St-Georges, on peut admettre comme très probable, que le fleuve coulait à cette époque, à une altitude comprise entre 130 et 133 m. soit à 19-22 m. plus haut que l'étiage actuel³.

b) Rive gauche. — Terrasse des Fauries. — La rive gauche de l'Isère, entre St-Nazaire et le vallon du Loup, est occupée par un vaste plateau alluvial qui est le prolongement vers le Nord de la terrasse de Romans. Au Nord, son altitude est donnée par la cote 199. A l'extrémité sud près d'Eymeux, elle est de 192. Ces deux cotes semblent correspondre au lit majeur.

1. Portail de la propriété Larra, au Clapier, 170,86.

2. D'après un nivellement du Service des Ponts et Chaussées, le point culminant de la route nationale au Nord de Pont-de-l'Isère serait à la cote 142. Mais l'aspect du terrain semble indiquer que le sol au voisinage de la route a été remanié par l'homme à diverses époques, et relevé de 1 m. à 1 m. 50.

3. Cote de l'étiage à Mauves : 110,8.

Terrasse de Pizançon. — Entre Port d'Ouvev et le vallon de Meymans, la nappe de Romans n'est représentée que par une petite terrasse cotée 185 sur la rive droite du Loup. En aval de Meymans au contraire, les terrasses se succèdent presque sans interruption jusqu'au Rhône. On rencontre d'abord la terrasse de Pizançon que sillonne dans le sens longitudinal un talus d'érosion de 2 m. environ. La partie la plus basse qui porte le village est à 166,9 près de la station du tramway ; la plus élevée atteint 170 m. environ près de la falaise des Bayanins.

Terrasses de Vernaison et des Blaches. Plateau d'Aiguilles. — En aval de Pizançon, on trouve successivement la terrasse de Vernaison (158 m.), celle des Blaches (154 m.) et enfin le vaste plateau d'Aiguilles. Ce dernier est limité par des falaises rapides (falaise des Robins au Nord, de l'Armailler à l'Ouest et au Sud). La terminaison brusque du plateau d'Aiguilles, au Sud de l'Armailler, est une preuve évidente qu'il se prolongeait autrefois, bien au delà de ses limites actuelles, dans la direction de Valencé. La petite terrasse sur laquelle est bâti le Château Valentin, est un témoin de cette ancienne extension. Près de l'Armailler, le plateau est traversé par un talus d'érosion de 3-4 m. orienté Nord-Sud, qui semble marquer la rive gauche d'un ancien lit mineur ; il s'atténue en amont et cesse d'être distinct. Les altitudes du plateau sont données par les cotes 144 près des Robins, 133,7 à l'Est du hameau de l'Armailler et 131 environ près du Château Valentin¹.

Au pied de la falaise de l'Armailler, et à 10-12 m. en-dessous du bord, règne un couloir de 300 m. de largeur environ, qui sépare le plateau d'Aiguilles du mamelon des Combeaux, dont l'altitude atteint 128 m. Ce couloir commence à 126 près du Saut des Chèvres, et s'abaisse avec une pente de 0,2 p. 100 jusqu'à la terrasse de 12-13 m. qui borde le Rhône au Nord de Bourg-lès-Valence.

c) *Composition de la nappe de Romans.* — Les roches cristallines et les quartzites abondent et sont très roulés ; ils sont surtout à l'état de galets. Sur plusieurs points, et notamment au Nord de Pont-de-l'Isère près du point 137, j'ai vu à la surface du sol de nombreux quartzites dont le diamètre atteignait 0 m. 40. Les calcaires sont également très fréquents et généralement

1. Nivellement du canal de la Bourne. A l'Est des Robins, près de la route, on trouve une cote 146, mais le sol paraît avoir été légèrement relevé par les apports latéraux.

roulés ; ceux qui proviennent des montagnes du Vercors le sont souvent beaucoup moins ; ils sont parfois très volumineux (bloc de 1 m. 70 à la Maladière, près Romans). Les débris sont très frais, sauf vers la partie supérieure de la nappe où il existe une zone rubéfiée de 1 m. environ.

La stratification est partout à peu près horizontale ; j'ai cependant observé à la base de la terrasse de l'Armailler, près de l'embranchement du chemin de Châteauneuf, des couches plongeant à 35° vers l'Est sur 3 m. d'épaisseur ; elles étaient recouvertes par 6-7 m. de couches horizontales. On rencontre souvent des bancs de poudingues. Le lehm et le lœss font partout défaut.

L'épaisseur de la nappe alluviale dépassait probablement 30 m. à Mule-Blanche, à St-Georges, à Pont-de-l'Isère, à l'Armailler ; elle diminue notablement vers l'amont, car, sur un grand nombre de points, on voit la mollasse s'élever à plus des 2/3 de la hauteur des falaises, notamment à Romans, à Pizançon et à St-Paul. Sous le point 199, cette épaisseur est d'environ une dizaine de mètres.

d) Pente de la nappe de Romans. — Pour la déterminer, il faut évidemment prendre les mesures suivant des directions correspondant à peu près à la ligne de plus grande pente. Sur la rive droite, une ligne allant du point 199 au point 170 et de là s'infléchissant vers le Sud-Ouest comme l'Isère actuelle, pour se diriger vers le Belvédère coté 137, paraît satisfaire à cette condition. La distance entre les points extrêmes étant de 29 km. 750, la pente moyenne est de 0,208 p. 100 ; elle est de 0,214 entre Romans et le point 199, et de 0,203 entre Romans et le point 137.

Sur la rive gauche, la pente peut être prise entre le point 199 et le point 133,7. Ces deux points étant distants de 30 km. 950, la pente moyenne est de 0,211 ; elle est de 0,219 en amont de Pizançon et de 0,204 en aval.

Ces nombres sont remarquablement concordants et on peut par conséquent admettre 0,210 pour la pente moyenne en aval de 199 jusqu'au Rhône, et 0,203 pour la pente dans la section en aval de Romans.

La pente de la nappe de Romans était donc sensiblement plus forte que celle de l'Isère actuelle qui s'élève à 0,15, abstraction faite des méandres ; elle était notablement plus forte que celle du Rhône actuel, qui est de 0,085 ; elle correspond à celle de la Durance qui est de 0,21 à son embouchure.

Une première conséquence de cette différence de pente, c'est que l'altitude de la nappe de Romans, au-dessus de l'Isère

actuelle, doit aller en augmentant d'aval en amont ; on constate, en effet, que cette altitude, qui est de 29 m. à Pont-de-l'Isère, est de 36 m. à Romans, et de 48 m. près du point 199.

e) *Extension et terminaison de la nappe de Romans.* — Une deuxième conséquence, c'est que l'Isère devait, à l'époque où elle édifiait la nappe de Romans, avoir une allure plus torrentielle qu'aujourd'hui. Comme, d'autre part, la pente du Rhône ne paraît pas avoir varié depuis le niveau de 140-150 m. puisque ses terrasses sont sensiblement parallèles, on doit en conclure que l'Isère de Romans, a dû, comme l'Isère actuelle, et *a fortiori*, refouler le Rhône contre les hauteurs de l'Ardèche, entre Mauves et St-Péray.

En partant de cette donnée, il est facile de déterminer l'altitude de l'extrémité du cône de l'Isère à sa rencontre avec la rive gauche du Rhône. Si l'on choisit les directions 170-137 (Belvédère), Les Robins-Cornas, Les Robins-St-Péray, on trouve respectivement les nombres 24 m. 1, 23 m. 8, 23 m. 7. On peut donc admettre 24 m. pour l'altitude relative du bord extrême de la nappe de Romans au contact du Rhône¹. Ce résultat n'est qu'une première approximation ; mais il suffit pour montrer que l'altitude du Rhône contemporain ne s'élevait, ni à 40 m., ni même à 30 m. comme on l'a supposé, et ne dépassait pas 25 m. En réalité, elle devait être un peu inférieure à ce nombre. D'une part, comme je l'ai fait remarquer dans le chapitre 1 (p. 9), l'altitude des cailloutis des cônes de déjection d'une rivière torrentielle débouchant à peu près perpendiculairement, est légèrement supérieure à celle du lit majeur du fleuve dont elle est tributaire ; d'autre part, ainsi que je l'établirai, l'embouchure de l'Isère se trouvait au Sud de Valence, vers la fin de l'époque de Romans ; elle a donc subi un déplacement longitudinal de plus de 15 km., qui a dû déterminer en amont de la position finale du confluent, un creusement d'au moins un mètre.

1. MM. KILIAN et GIGNOUX (*op. cit.*, p. 227) ont également admis pour l'altitude de la terrasse de Romans le nombre 25, en se basant sur l'altitude relative du bord terminal actuel, près des points 141 (Sud du Château de Conflans), 144 (Les Robins), 135 (Sud du Saut des Chèvres). Or, si l'on part de ces trois points, en prenant les cotes officielles de l'étiage, on voit que les altitudes relatives au-dessus du fleuve sont respectivement de 31, 35,5 et 28 m. 3. Cette dernière est d'ailleurs évidemment trop faible de 2 m. environ, parce que le point 135 correspond à un lit mineur. La moyenne serait donc voisine de 32-33 m. et non de 25. On ne doit pas perdre de vue, en outre, que l'altitude de 24 m. que j'ai indiquée, s'applique au bord terminal, éloigné du bord actuel de 2-3 km. et séparé de lui par une pente de 2 m. par kilomètre.

Le fait de l'extension de la nappe de Romans jusqu'aux pentes de la rive droite du Rhône justifie à *posteriori* le rattachement à cette nappe du monticule de St-Georges. Le calcul montre, du reste, que le plateau de Conflans prolongé avec la pente de 0,203 atteindrait le Belvédère coté 137, à une cote identique.

En ce qui concerne le mamelon des Combeaux, il semble rationnel de le considérer également comme un lambeau très dénudé de cette même nappe ; le plateau d'Aiguilles prolongé passerait à 5 m. environ en dessus. En tout cas, il est certain que le couloir qui l'isole du plateau d'Aiguilles a été créé par l'Isère ; sa pente de 0,2 p. 100 exclut en effet, toute intervention du Rhône. Le creusement de ce couloir date d'une époque où l'Isère avait déjà notablement entaillé la nappe de Romans, et où le Rhône, au Nord de Bourg-lès-Valence, coulait à une dizaine de mètres au moins plus bas, qu'à l'époque du niveau de Romans.

Il résulte de tout ce qui précède que les terrasses de Conflans, de St-Georges et des Combeaux, ont toutes été créées par le Rhône aux dépens de l'ancien cône de déjection de l'Isère ; ce sont par suite de *fausses terrasses* qui doivent être éliminées de la série des terrasses *principales* du Rhône, avec lesquelles elles n'ont que des rapports d'âge. Leurs altitudes actuelles au-dessus de l'étiage sont variables, et les écarts auraient été beaucoup plus considérables encore si le Rhône, en se jetant à l'Est, avait détruit le cône de déjection de l'Isère sur une plus grande étendue, jusqu'à Conflans et jusqu'aux Robins, par exemple. Ces altitudes, qui oscillent actuellement entre 28 et 32 m., auraient atteint 35 à 36 m.

f) Terrasses secondaires. — Postérieurement à sa formation, la nappe de Romans a été creusée par l'Isère qui a créé l'étroit chenal au fond duquel elle coule, en laissant sur les flancs de la coupure, comme témoins de son action, une série de terrasses secondaires. J'énumère brièvement les principales d'entre elles ; leurs altitudes sont seulement approximatives, et il en est de même des tracés portés sur la carte.

Rive gauche. — En aval de St-Nazaire, sous le point 199, terrasses de 6 et de 21 m. ; sous le hameau des Matras (fig. 6), terrasses de 10 et de 27 m. ; sous le plateau des Blaches, terrasses de 10-11 m. aux Beaumes, de 18-20 m. aux Monestiers ; sous les Robins, terrasse de 8-10 m. ; au Saut des Chèvres, terrasse de 17 m. ; sous les Chaux, terrasse de 14 m.

On doit également considérer comme des terrasses secondaires de l'Isère, les deux terrasses qui bordent l'ancien chenal de l'Isère entre le Saut des Chèvres et Bourg-lès-Valence (terrasses des Chaux à l'Ouest, de l'Armailler à l'Est.

Rive droite. — Vis-à-vis de Port d'Ouvey, terrasse de 23 m. ; à Romans, terrasse basse de 9-10 m. ; à Beaumont, terrasses de 4-6 m. et de 16-17 m. ; à Pont-de-l'Isère, terrasses de 9-10 m. et de 16-17.

B. — VALLÉE DU RHÔNE. — a) *Rive gauche.* — *Terrasses de Valence et de Portes* (fig. 5). A partir de Bourg-lès-Valence, la rive gauche du Rhône est bordée par une terrasse qui s'étend sans interruption jusqu'à la Véore sur une longueur de 11 km. ; sa largeur, très variable, atteint 2 km. à Valence, et se réduit à moins de 600 m. au Sud de Portes. Du côté du Rhône, elle est limitée par un talus rapide, parfois interrompu par des terrasses secondaires ; elle bute à l'Est contre les hauteurs du Séminaire, de la Léore et d'Étoile. Je désignerai la partie septentrionale jusqu'au pont sous lequel passe le chemin de fer de Marseille¹, sous le nom de *terrasse de Valence*, bien qu'en réalité, ainsi qu'on le verra, ce soit une *fausse terrasse* ; je désignerai la partie méridionale sous le nom de *terrasse de Portes*.

La surface de la terrasse de Valence est assez irrégulière : elle a été remaniée par l'homme, et en outre ravinée par plusieurs petits ruisseaux d'origine latérale (ruisseaux des Moulins, de la Cascade, des Beaumes). Mais grâce aux nombreux repères de nivellement disséminés dans la ville, il est facile de faire abstraction de ces dénivellations artificielles ou naturelles et de définir nettement l'allure topographique de la terrasse.

Le profil longitudinal établi d'après ces documents est donné par la figure 5.

L'altitude du bord septentrional de la terrasse, à l'Est de la route nationale, peut être évaluée avec une grande précision, car les cailloutis alpins affleurent sur toute la surface et ne paraissent pas avoir été remaniés. Elle est donnée par deux repères. Le premier se trouve sur le chemin de la Cartoucherie, à 100 m. de la route, et porte la cote 126,88 ; les cailloutis s'élèvent au Sud au moins à cette altitude. Le deuxième coté 128,10 se trouve à 300 m. au Nord-Est du précédent à l'embranchement du chemin vicinal des Basses Crozettes ; le sol naturel étant à 50 cm. environ

1. Le pont est au km. 102,9

FIG. 5. — COUPE LONGITUDINALE DES TERRASSES DE ROMANS ET DE VALENCE ENTRE AIGUILLES ET PORTES.

Hauteur : 1/4000 ; longueur : 1/100 000.

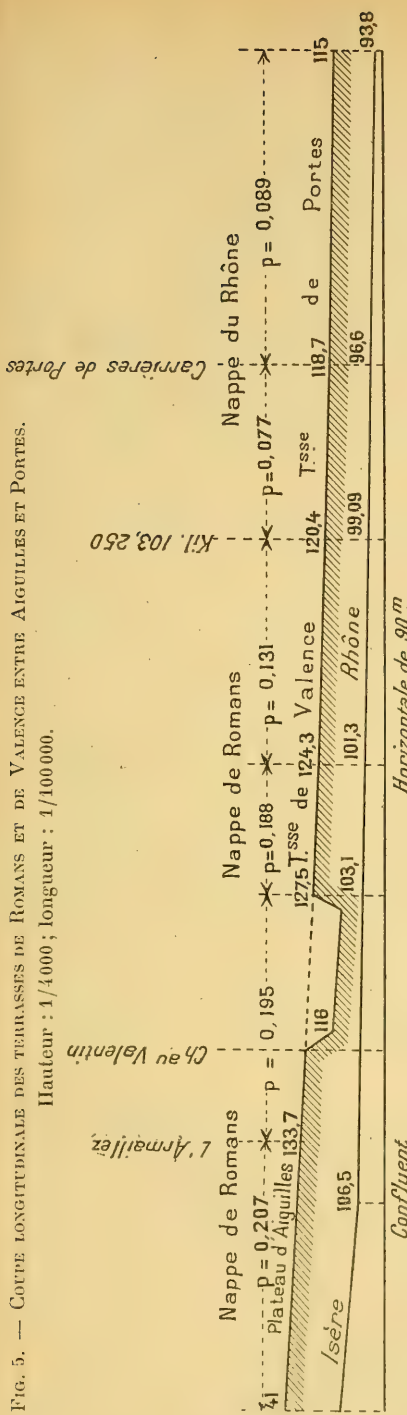
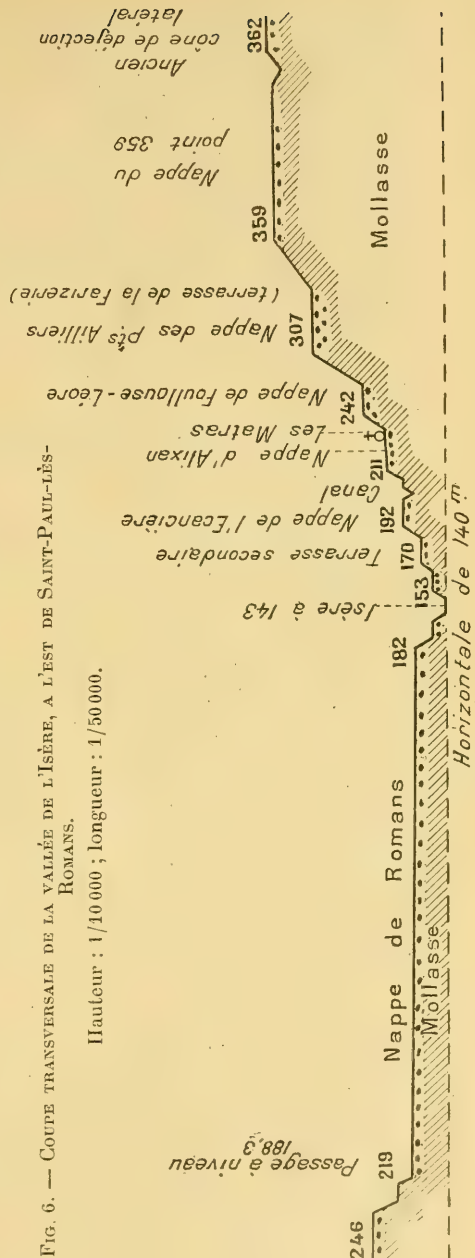


FIG. 6. — COUPE TRANSVERSALE DE LA VALLÉE DE L'ISÈRE, A L'EST DE SAINT-PAUL-LÈS-ROMANS.

Hauteur : 1/10 000 ; longueur : 1/50 000.



plus bas, on peut admettre pour le bord de la terrasse, entre la route nationale et la falaise du Séminaire, la cote 127,5.

A l'Ouest de la route, le sol de la vieille ville atteint 129,5 à l'église St-Jean ¹ ; mais je tiens d'un architecte de la ville que dans cette partie, le terrain a été relevé de 2-3 m. par les constructions successives, et il est probable, par suite, que l'altitude des cailloutis alpins y est également très voisine de 127.

A partir du bord septentrional et jusqu'au voisinage des abattoirs, le sol est couvert de constructions ; il a été sur quelques points profondément remanié à diverses époques ². Une détermination rigoureuse des altitudes originelles est par suite difficile ; mais on peut, cependant, admettre comme très approchées les cotes ci après :

Lisière méridionale du polygone ³	125,7
Place de la Paix au Sud de la gare ⁴	124,3
Kilomètre 103,250 ⁵	120,4

On peut également admettre la cote 125 pour le terrain naturel à l'intersection du chemin de Montplaisir-Sud et de la route de Chabeuil (repère 125,947).

Au Sud du pont du chemin de fer, la terrasse s'élargit : elle est séparée des pentes à l'Est, par une dépression profonde de quelques mètres, représentant un ancien lit du Rhône, bien marqué jusqu'à 1 km. au Sud-Est de Portes. On peut, avec une grande vraisemblance, considérer comme des témoins de l'ancien niveau, le sommet des buttes isolées de la carrière de graviers de Portes, situées vis-à-vis du km. 105,7 ; l'altitude de la plus élevée est de 118 m. ⁶.

Au Sud de Rostagnon, la surface de la terrasse ne présente plus de dénivellations appréciables : les cotes 116 et 115 paraissent correspondre au niveau des cailloutis du lit majeur ⁷.

1. Repère du portail.

2. La surface de la terrasse, à l'Est et au Sud de la vieille ville, a subi des modifications considérables et parfois de sens contraire, d'abord à l'époque de la création de la fortification, puis au moment de son dérasement, enfin, lors de la création du tunnel du chemin de fer. Ces modifications ont affecté principalement la zone actuellement occupée par le Champ de Mars, l'avenue Gambetta, les boulevards Clerc et d'Alsace et l'avenue Sadi-Carnot.

3. Repère de la caserne de cavalerie 126,17.

4. Repère 124,76 sur la place.

5. Cote de la chaussée.

6. Nivellement du canal de la Bourne. Cette altitude est peut-être trop forte de 0 m. 50, car le sol primitif a été relevé par les premiers déblais.

7. La cote 115 se trouve au-dessus du pont d'Etoile sur la rive droite de la Vêore et a été relevée sur le nivellement du canal de la Bourne.

Terrasses de Suze et de Fontgrand ¹. — La terrasse de Portes a pour prolongement sur la rive gauche de la Véore, celle de Suze, dont la largeur atteint 450 m. et qui se développe sur près de 1500 m. jusqu'aux Pécolets ; une falaise de 6 m. la limite du côté de la plaine.

L'altitude de la terrasse de Suze est de 114,8 à l'intersection des chemins d'Etoile et des Pécolets ; mais il est possible que le terrain ait été légèrement relevé par les apports de la Véore, car un peu en aval l'altitude est seulement de 112,5.

Au Sud de St-Georges, la petite terrasse de Fontgrand qui domine également la plaine de 5-6 m. se rattache évidemment à la précédente ; l'altitude du bord près de la route de Sisteron est très voisine de 110.

Le tableau ci-dessous résume les principales données topographiques concernant les terrasses de la rive gauche du Rhône en aval de Valence, et permet de saisir leurs relations.

DÉSIGNATION DES POINTS	ALTITUDES.	DISTANCES ENTRE LES POINTS SUCCESSIFS	PENTES INTER- MÉDIAIRES	ÉTIAGE DU RHÔNE	HAUTEUR DES POINTS AU-DES- SUS DE L'ÉTIAGE.
Bord septal à Valence.....	127,5	1700	0,188	103,1	24 m. 4
Place de la Paix.....	124,3			101,3	23 m. 0
Km. 103,250.....	120,4	2900	0,131	99,09	21 m. 3
Carrières de Portes.....	118,7	2200	0,077	96,6	22 m. 1 (2)
Point 115.....	115	4150	0,089	93,8	21 m. 2
Terrasse de Fontgrand.....	110,0	4750	0,100	88,4	21 m. 6 environ.

De l'examen de ce tableau, il ressort nettement que la terrasse qui s'étend presque sans interruption depuis Valence jusqu'à Fontgrand, se compose de deux parties bien distinctes.

L'une en amont du km. 103 (terrasse de Valence) a une pente moyenne de 0,15, par conséquent notablement plus forte que

1. Sur la Carte géologique la terrasse de Suze a été affectée du même signe que celle des Davids qui appartient à un niveau très différent.

2. Le profil du Rhône indique une chute de près de 55 cm. sur 150 m.

celle du Rhône ; cette pente diminue progressivement vers l'aval.

L'autre, en aval du km. 103, comprend les autres terrasses jusqu'à Fontgrand ; sa pente oscille dans les mêmes limites que celles du Rhône actuel et sa surface semble se maintenir parallèle au fleuve et à une hauteur de 21-22 m. au-dessus de l'étiage.

Il est impossible d'attribuer au Rhône la formation de la portion septentrionale de la terrasse de Valence jusqu'au voisinage des abattoirs, et on est par suite conduit à considérer cette portion comme le prolongement du plateau d'Aiguilles, et par conséquent, comme l'extrémité de la nappe de Romans. Cette conclusion est justifiée par l'observation suivante :

Le plateau d'Aiguilles est actuellement limité au Sud, près de l'Armailler et du Château Valentin, par une falaise rapide, et séparé de la terrasse de Valence par une dépression large de 2 km. et profonde de 12-13 m., créée par des érosions latérales. Il n'est pas douteux que ce plateau se prolongeait autrefois dans la direction du Sud par-dessus la dépression, mais avec une pente un peu plus faible que celle qu'il présente en amont, conformément à une loi commune à tous les cônes de déjection. Or, si l'on prolonge la surface de ce plateau à partir du point 133,7, en lui attribuant une pente de 0,195, intermédiaire entre celle du plateau (0,207) et celle de la terrasse de Valence près de son bord septentrional (0,188), on voit que cette surface rencontrerait ce bord à la cote 127,7, cote identique à celle donnée par les repères. La figure 5 met nettement en évidence cette continuité topographique du plateau d'Aiguilles et de la terrasse de Valence.

Ainsi, la rive gauche du Rhône depuis Mule-Blanche jusqu'au km. 103, est bordée par une fausse terrasse à altitude relative *décroissante*, créée aux dépens de la nappe de Romans ; elle se lie insensiblement en aval, à une terrasse d'altitude relative *constante* qui est un débris d'une nappe du Rhône située à 21-22 m. au-dessus de l'étiage.

Il est intéressant de rappeler que le Rhône, à l'époque où il a créé la dépression à l'Est de St-Georges, coulait à 19-22 m. plus haut qu'aujourd'hui ; on peut donc admettre que cette dépression est contemporaine de la nappe de 21-22 m.

b) Rive droite. — Bien que le fleuve ait été refoulé contre les pentes de l'Ardèche, on retrouve sur cette rive quelques traces du niveau de 21-22 m.

A Châteaubourg, le rocher oligocène qui porte le vieux Château, est séparé des pentes par une petite plateforme de cailloutis alpins, sur laquelle passe la route, et dont l'altitude est donnée à

peu près par le repère 129,19 ; elle est donc à 21 m. environ au-dessus de l'étiage.

A Cornas, la large terrasse qui s'étend depuis le pied des pentes jusqu'au fleuve, est presque entièrement formée par des cailloutis alpins ; ils sont recouverts près des pentes par des apports d'origine latérale. L'altitude de ces cailloutis peut être évaluée à 127 m. au Nord du village, soit 21 m. au-dessus de l'étiage. La surface de la terrasse s'abaisse vers l'Est, et elle se termine au-dessus du fleuve par une falaise de 11-12 m.

La nappe de l'Isère s'étant étendue jusqu'au voisinage des abattoirs, il est probable que le Rhône a dû suivre le pied des pentes de l'Ardèche jusqu'au voisinage des îles Grombet ; il décrivait alors un grand coude pour se diriger vers sa rive gauche.

Il résulte de tout ce qui précède que l'Isère, pendant la longue durée du niveau de 21-22 m., n'a pas suivi indifféremment les diverses génératrices du cône. Après avoir d'abord coulé vers Mauves, elle a peu à peu appuyé sur sa rive gauche, et fini par prendre, à partir d'Aiguilles, une direction méridionale qu'elle a conservée jusqu'à la fin du niveau de 21-22 m. L'amplitude totale du déplacement de son embouchure peut être évaluée à près de 15 km.

A mesure que ce déplacement s'effectuait, le Rhône, délivré de l'influence de l'Isère reprenait l'offensive contre sa rive gauche et entaillait l'extrémité du cône de l'Isère. C'est de cette époque que datent la création du couloir de Saint-Georges et la première ébauche des falaises de Saint-Georges, des Combeaux, etc...

c) Composition et épaisseur de la nappe de 21-22 m. du Rhône.

— Les roches alpines : amphibolites, gneiss, granulites, quartzites, calcaires, abondent. Les galets sont très roulés, et n'ont en général que quelques centimètres. Cependant, dans les graviers de Portes, j'ai vu quelques blocs alpins dont le diamètre atteignait 0 m. 40. Dans ces mêmes carrières, on constate que la partie supérieure du dépôt est rubéfiée sur près de 1 m. 50.

Les alluvions occupent toute la hauteur des terrasses au-dessus du Rhône ; l'épaisseur visible atteint 22 m. au Nord de Portes ; mais l'épaisseur réelle est probablement beaucoup plus forte.

A Valence, en effet, un puits artésien percé derrière le chœur de l'église Saint-Jean, à la cote 129, a traversé les alluvions sur une épaisseur de 39 mètres (120 pieds), et a rencontré les argiles

bleues du tertiaire ancien à la cote 90,7¹. L'étiage du Rhône étant à 102,6, il en résulte que la base des alluvions de la nappe de Valence se trouve à 12 m. au moins en dessous de cet étiage; il est d'ailleurs probable, étant donné que le Rhône rongea surtout sa rive droite, que cette base descend plus bas vers l'Ouest. En tout cas, on peut admettre que l'épaisseur de la nappe de 21-22 m. dans la région de Portes, doit atteindre au moins une trentaine de mètres.

d) *Terrasses secondaires.* — Pendant la période négative qui a suivi la formation de la nappe de 21-22 m., le Rhône a creusé son lit, et a donné naissance aux *fausses terrasses* déjà citées, et en outre à une série d'autres terrasses dont je me bornerai à indiquer les principales.

Rive gauche. — *Terrasse de la Roche de Glun*, 8-9 m. au-dessus de l'étiage;

Fausse terrasse de Bourg-lès-Valence : la plaine de Marcerolle où coulait autrefois l'Isère est limitée entre Bourg-lès-Valence et les Combeaux par une falaise de 11-12 m. ;

Terrasse de la gare de Portes (11-12 m.), s'étendant depuis les abattoirs jusqu'à la station d'Étoile ; le monticule de la Motte, coté 108,7 environ et qui domine le Rhône de 8-9 m., en a été détaché par le fleuve, à une époque où le niveau des eaux était de 4-5 m. au moins, plus élevé qu'aujourd'hui.

Rive droite. — Dans la région de Cornas, le Rhône, en creusant sa vallée, a appuyé vers l'Est, en laissant comme témoins de son déplacement plusieurs terrasses longitudinales, dont la plus basse est limitée par la falaise de Révirand et se trouve en ce point à 11-12 m. au-dessus de l'étiage.

La plaine à l'Est de Guilherand s'élève à une dizaine de mètres au-dessus de l'étiage, et domine la plaine inondable de 4 m. environ.

Enfin, entre Soyons et Charmes, il y a également une large terrasse dont le bord domine le Rhône de 8-9 m.

1. Le puits a été signalé par Sc. GRAS (*Statistique minéralogique du département de la Drôme*, 1835, p. 154). Mais ce géologue n'a indiqué ni son emplacement, ni les particularités du forage. Les renseignements ci-dessus m'ont été obligeamment communiqués par M. BRUNEL, architecte-voyer, qui a publié une notice à ce sujet.

RÉSUMÉ.

1° Il existe dans la vallée du Rhône, en aval de Valence, et sur quelques points en amont, des traces d'une ancienne nappe alluviale plus élevée de 21-22 m. que l'étiage actuel, et dont la base descendait notablement en dessous de cet étiage.

Comme on le verra dans le chapitre III (p. 84), cette nappe doit être considérée comme une nappe principale du fleuve.

2° Pendant que le Rhône coulait à 21-22 m., l'Isère édifiait la nappe de Romans. Cette nappe se terminait par un vaste cône de déjection très aplati, qui a refoulé le fleuve contre sa rive droite, depuis Mauves jusqu'aux îles Grombet et aux abattoirs de Valence ; les deux nappes se lient par un passage insensible.

L'Isère a d'abord coulé à l'Ouest vers Mauves, puis au Sud vers Valence.

3° Pendant la période de creusement qui a suivi l'abaissement du niveau général, le Rhône a entaillé l'extrémité de la nappe de Romans et créé les *fausses terrasses* de Conflans, de Saint-Georges, des Combeaux, de la ville de Valence, les *terrasses principales* de Portes, de Suze, de Fontgrand.

L'Isère a créé les *terrasses régulières* des Fauries, de Romans, de Conflans, de Pizançon, des Blaches, d'Aiguilles et plusieurs *terrasses secondaires*.

II. — NAPPE PRINCIPALE DU RHÔNE DE 34-35 MÈTRES.

A. — VALLÉE DE L'ISÈRE. — NAPPE D'ALIXAN. — Le plateau d'Aiguilles et la terrasse de Valence butent à l'Est contre une falaise d'une vingtaine de mètres (*falaise du Séminaire*) qui interrompt brusquement l'extension vers le Sud-Ouest d'une nappe alluviale de l'Isère plus ancienne que la précédente, et que je qualifierai de *nappe d'Alixan*, parce qu'elle constitue la plaine de ce nom. Cette nappe peut être suivie en amont pendant près de 20 km., mais dans la direction du Nord-Est, elle est interrompue par la falaise des Bayanins, dont le sommet domine l'Isère de 60 m. et la nappe de Romans de 26 m. ; au delà, elle n'est plus représentée sur la rive gauche de l'Isère que par une bordure étroite plus ou moins morcelée, et sur la rive droite par quelques petites terrasses disséminées entre Châtillon et Baudière.

Entre les Bayanins et le Séminaire, la surface de la nappe

d'Alixan dont la largeur dépasse 4 km., semble assez bien nivelée dans son ensemble, et sa pente est à peu près continue¹. On y observe cependant plusieurs ravins longitudinaux qui commencent très en amont de Saint-Marcel par de faibles dépressions correspondant, à leur origine, à d'anciens lits mineurs, mais dont la profondeur augmente rapidement vers l'aval ; deux d'entre elles entaillent la falaise du Séminaire et leur fond descend en dessous de la base de la nappe d'Alixan. J'en reparlerai plus loin. Il existe, en outre, à l'Ouest d'Alixan, une grande butte de cailloutis, témoin d'un niveau alluvial plus ancien, qui domine la plaine de 15-20 m.

Épaisseur et composition de la nappe d'Alixan. — L'épaisseur dépasse 20 m. aux Bayanins, et 25 m. à l'Est de Valence où la base de la nappe se trouve vraisemblablement en dessous de la surface de la terrasse de la ville. Entre les Bayanins et le Séminaire, les cailloutis semblent logés dans un large chenal profondément creusé dans la Mollasse, car les affleurements de celle-ci s'élèvent bien au-dessus de la surface de la nappe le long des deux rives². L'accumulation des matériaux de la nappe d'Alixan a donc été précédée par une période de creusement.

L'épaisseur de la nappe est beaucoup plus faible dans la région des Matras ; mais sur la rive droite au Nord-Est de Saint-Paul, elle atteint au moins 15 m. à Baudière.

Les éléments sont en général très roulés ; les quartzites et les calcaires abondent ; on y rencontre de nombreux débris de roches cristallines : granites, gneiss, amphibolites, en bon état, sauf dans la partie supérieure de la nappe, où il y a une couche rubéfiée de 0 m. 50 à 1 m. La grosseur des matériaux est variable ; habituellement elle ne dépasse pas quelques centimètres, et atteint rarement 0 m. 30. Cependant, dans une fouille à l'Est du cimetière de Valence, près de la surface, on a trouvé des blocs de roches cristallines de 0 m. 50 de diamètre, et dans une autre, près des Bayanins, j'ai vu un bloc calcaire de 1 m. 70 de diamètre.

La cimentation des cailloutis est fréquente ; la stratification est horizontale. Il y a des limons jaunes sur le plateau du Sémi-

1. Les minutes de la Carte présentent dans cette région un certain nombre de cotes manifestement erronées, et qui ont d'ailleurs été en majeure partie supprimées sur la carte définitive. Quelques-unes cependant ont échappé au correcteur ; je les ai barrées sur la carte jointe à ce mémoire.

2. La mollasse affleure, sur plusieurs points, le long de la falaise des Bayanins, au Sud des Blaches.

naire, notamment près du Séminaire, de Berthet et de Viteron ; leur épaisseur peut atteindre 2 m. (La Prat).

Tracé de la nappe.

a) Le bord septentrional de la plaine, marqué par la falaise des Bayanins, constitue une terrasse régulière de l'Isère (*terrasse des Bayanins*). L'altitude de ce bord diminue régulièrement depuis le ravin de Meymans où elle est de 206 m. jusqu'à Rochat où elle n'est plus que de 177 m. ; la pente est de 0,25 environ ;

b) Le tracé du bord occidental présente des particularités remarquables : il suit d'abord le pied du massif de Châteauneuf et sa direction est exactement celle de la rive droite de la vallée de l'Herbasse prolongée. Il contourne ensuite la pointe N.E. du plateau de Foullouse, et se dirige au S.W. jusqu'à Saint-Marcel, où il tourne brusquement à l'Ouest ;

c) L'extrémité de la nappe comprise entre les plateaux de Foullouse et de la Léore, présente une pente notable du Nord au Sud, comme le montre le relevé des cotes du bord de la falaise du Séminaire : 156 près de Genas, 153 près de Talavas, 150 au Nord-Est du Château Valentin, 149 à l'Île Eve, 147 au Séminaire, 142 à La Prat¹. La distance entre les points extrêmes étant de 6 km. 2, la pente est de 0,22, soit près de 3 fois plus forte que celle du Rhône. L'altitude relative du bord décroît par suite du Nord au Sud ; elle est approximativement de 50 m. au Nord, de 44,4 au Séminaire, de 41,5 à la Prat.

On constate, en outre, que la nappe d'Alixan présente une légère pente vers le Sud-Est, c'est-à-dire vers le ruisseau de Guimand, affluent de la Véore, et qu'une partie de cette nappe appartient actuellement au bassin d'alimentation de ce cours d'eau. C'est à cette circonstance qu'est due la présence dans le fond de la vallée du Guimand, entre Malissard et les Tromparrants, de nombreux galets alpins ;

d) Entre Malissard et Alixan, les cônes de déjection à éléments calcaires, originaires du Vercors, s'avancent jusqu'au thalweg du Guimand ; ils recouvrent les alluvions alpines jusqu'à une certaine distance à l'Ouest².

1. Repère du Séminaire 146,7 ; il faut défalquer au Séminaire et à La Prat 1 m. environ de lehm.

2. A 800 m. à l'Est de Parlanges, on voit dans une gravière 1 m. 6 de cailloutis calcaires au-dessus de la nappe alpine.

Entre Alixan et le ravin de Meymans, le bord de la nappe suit le pied des collines mollassiques, mais les cailloutis alpins disparaissent souvent sous les apports calcaires d'origine latérale; l'épaisseur de ces derniers sur la rive gauche du ravin de Meymans atteint 5-6 m.; elle se réduit à 1 m. environ près du bord de la falaise sous le point 201;

e) Sur la rive droite du même ravin, la nappe alpine est recouverte par près de 14 m. d'alluvions calcaires. A 500 m. au Nord-Est, les alluvions alpines forment à la cote 210 une petite terrasse, couverte de limons (1 m.); cette terrasse se lie vers le Nord-Est avec la terrasse des Matras (fig. 6) cotée 211 près du bord¹, et avec celle de la Jonchère cotée 214 environ au Sud du château.

A l'Est de la Jonchère le terrain s'abaisse brusquement et la nappe d'Alixan se trouve interrompue sur la rive gauche par une grande lacune.

f) Sur la rive droite de l'Isère (fig. 6), entre Châtillon et Baudière, les pentes mollassiques qui dominent la plaine de Romans sont interrompues par deux gradins superposés, couverts de cailloutis alpins, dont les altitudes paraissent aller en diminuant vers le N.W. Le plus élevé appartient à la nappe de Foullouse-Léore, le moins élevé doit être considéré comme un témoin de la nappe d'Alixan.

L'altitude de la portion située au-dessus du passage à niveau de Baudière est, en effet, de 219 m. environ, nombre qui correspond parfaitement à la cote de la terrasse de la Jonchère, en tenant compte de la direction probable des courbes de niveau du cône de déjection; en outre la composition est la même (roches cristallines nombreuses et en bon état, notamment les amphibolites).

On doit conclure de cette donnée que la rive droite de l'Isère d'Alixan suivait, à partir de Baudière, la direction de Châtillon, puis, par une grande courbe se dirigeait vers le massif de Châteauneuf qui, à cette époque, barrait la vallée dans la direction de l'Ouest; elle était rejointe par l'Herbasse un peu à l'Est du massif, vers les Chirons, et suivait alors le tracé indiqué précédemment.

Direction et pente de la nappe d'Alixan. — La pente moyenne entre le Séminaire, où les cailloutis alpins s'élèvent à 447, et le

1. Altitude déterminée avec le baromètre en partant du canal de la Bourne, coté sous les Matras, 186,6 (au plafond).

point 201 distant de 17 km. 840, où ils sont à 199, est de 0,29 p. 100. On trouve 0,29 entre le point 201 et le plateau de l'Île Eve coté 149, et 0,291 entre ce même point et le chemin à l'Est de Talavas coté 152. Entre le Séminaire et le plateau de la Jonchère coté 214 et distant de 22 km. 400, la pente est de 0,296. On peut donc admettre 0,29 comme pente moyenne de la nappe d'Alixan en aval du point 201.

L'Isère d'Alixan présentant une pente beaucoup plus forte que la pente actuelle du Rhône et de l'Isère, devait comme cette dernière, et *a fortiori*, refouler le fleuve contre sa rive droite depuis Saint-Péray jusqu'au Sud des îles Grombet. En raison de la saillie de la pointe nord de la Léore, il est probable que le cône de l'Isère atteignait tout au plus l'extrémité méridionale de ces îles, et que le Rhône décrivait à partir de ce point un grand coude pour rejoindre la rive gauche de la vallée en dessous de Paillassier, où il existe, ainsi qu'on le verra plus loin, des lambeaux d'une ancienne nappe du Rhône contemporaine de celle d'Alixan.

Il est facile, en s'appuyant sur ces faits, de déterminer avec une approximation suffisante, les altitudes absolues et relatives de l'extrémité du cône de l'Isère à la rencontre du Rhône. Je choisirai, à cet effet, comme points de départ, les points 150 sur le bord de la falaise au-dessus du Valentin, 149 à l'Île Eve, 147 près du repère du Séminaire. Une parallèle à la direction générale de la nappe d'Alixan menée à partir de chacun d'eux, rencontrerait la rive gauche de l'ancien Rhône à des distances du point de départ représentées respectivement par les nombres 4 km. 400, 4 km. 750, 5 km. 250.

En admettant une pente de 0,29¹, les cotes terminales et les altitudes relatives sont données par le tableau ci-dessous :

Points de départ.	Points extrêmes des parallèles.	Altitude absolue de l'extrémité de la nappe.	Étiage du Rhône.	Altitude relative.
150	Guilhaud.	137,3	102,6	34,7
149	Intersection des routes			
	au Sud de Guilhaud	135,3	100,7	34,6
147	Sud des îles Grombet.	132,8	99,1	33,7

1. Cette pente est peut-être un peu supérieure à la pente réelle de l'extrémité de la nappe, mais l'erreur qui peut résulter de son adoption pour la détermination de l'altitude du bord terminal est probablement inférieure à 2 m.

Les altitudes de l'extrémité de la nappe d'Alixan à la rencontre du Rhône étaient donc comprises entre 34,7 et 33,7. Quelque *approximatifs* que soient ces nombres, ils sont suffisamment concordants pour faire rejeter l'hypothèse d'après laquelle la nappe d'Alixan correspondrait à un Rhône de 44-55 m. plus élevé qu'aujourd'hui ; l'altitude relative de cet ancien fleuve devait être en réalité, très voisine de 34 m.

On doit également conclure de ces faits que la terrasse dite du Séminaire est une *fausse terrasse*, créée par le Rhône aux dépens du cône latéral de l'Isère, et qu'elle doit être éliminée de la série des terrasses principales du fleuve.

On notera que le développement terminal du cône d'Alixan a été très faible et que par suite le déplacement de l'embouchure a été insignifiant pendant la durée de sa formation.

Terrasses secondaires. — Il n'y a, entre le Séminaire et les Bayanins, aucun indice du creusement de la nappe d'Alixan par l'Isère, pendant la période de creusement qui a précédé la formation de la nappe de Romans. Quelques géologues ont considéré comme une preuve de ce creusement les deux ravins d'Albon et de Plovier¹. Mais cette opinion ne paraît pas justifiée. Les deux ravins ne traversent pas la plaine d'Alixan du Nord au Sud ; leur profondeur et leur largeur diminuent rapidement d'aval en amont, et près de Saint-Marcel, ils se réduisent déjà à des dépressions de quelques mètres à peine de profondeur, dont l'aspect rappelle celui des lits mineurs ; enfin, la pente de la partie aval atteint 0,6 p. 100 qui est une pente de torrent.

La formation de ces ravins s'explique au contraire facilement si l'on suppose qu'ils correspondent à l'emplacement d'anciens lits mineurs. Lorsque l'Isère a cessé de couler dans la direction du Séminaire pour prendre celle de Mauves (nappe de Romans), ces lits n'ont plus été suivis que par les petits cours d'eau descendus du Vercors et par les eaux pluviales ; mais dès que le Rhône, en creusant de nouveau sa vallée, a commencé à entailler l'extrémité de la nappe d'Alixan, l'érosion régressive de ces petits cours d'eau a déterminé l'approfondissement progressif des dépressions originelles, et cet approfondissement a atteint nécessairement son maximum au voisinage du Rhône.

On verra plus loin qu'il existe sur le bord des plateaux de Foullouse et de la Léore, des ravins présentant les mêmes

1. HITZEL. Revision de la feuille de Grenoble. *Bulletin des Services de la Carte géologique*, 1905, p. 115

caractères et dont la formation ne peut être attribuée à l'Isère.

Il semble que l'on puisse conclure de ces faits que l'Isère d'Alixan avait cessé de couler dans la direction du Sud-Ouest avant que le Rhône ait commencé à creuser la nappe de 34 m. Cette conclusion est, d'ailleurs, corroborée par l'existence dans la vallée de l'Isère entre Mauves et St-Nazaire, de *trois* terrasses paraissant appartenir à une nappe intermédiaire entre celle de Romans et celle d'Alixan, et qui correspondrait cependant, comme cette dernière, à la nappe de 34 m. du Rhône.

La *première* de ces terrasses, celle de l'*Ecancière*, est la plus développée ; on peut la suivre pendant près de 6 km. entre ce hameau et la Baume d'Hostun ¹ ; un talus de 13-14 m. la limite au Nord et la sépare de la terrasse des Fauries. Sur la rive gauche du Loup, elle est prolongée par une étroite terrasse qui s'étend jusqu'au ravin des Matras, où elle se termine à la cote 193 environ (fig. 6).

La *seconde* porte le hameau des Audouards ², au Sud de Mercurol ; elle mesure 2 km. de longueur sur 4 à 500 m. de largeur. Près de la station du tramway, elle est à la cote 154, et elle domine de 8-9 m. la plaine de Conflans. Un peu au Sud, deux petites buttes isolées, formées de cailloutis alpins, sont des témoins de l'ancienne extension de la nappe ; elles ont 7-8 m. de hauteur, 5 à 25 m. de largeur au sommet, et sont alignées parallèlement à la direction générale de la terrasse située au Nord. Le couloir qui les sépare de cette terrasse est évidemment un ancien passage de rivière, et il est difficile d'attribuer sa création à un autre cours d'eau que l'Isère. La composition de la terrasse et des buttes est la même que celle des nappes de Romans et d'Alixan.

La pente moyenne entre les terrasses de l'*Ecancière* et des Audouards, distantes de 22 km., est de 0,202 ; elle est donc sensiblement égale à celle de la nappe de Romans. D'autre part, si l'on suppose que ces deux terrasses ont fait autrefois partie de la même nappe, et si l'on calcule l'altitude de l'extrémité de cette nappe à la rencontre du Rhône, on trouve 147 m., soit 34 m. au-dessus de l'étiage du fleuve, nombre qui correspond à très peu près à l'altitude relative du Rhône à l'époque de la nappe d'Alixan, ainsi qu'on le verra plus loin. On peut en conclure que l'Isère d'Alixan, après avoir longtemps coulé dans la direction

1. Feuille de Vizille. Cote de la station de l'*Ecancière* 198,54.

2. Orthographe officielle. La butte située au Sud-Ouest de la station est mal représentée sur la Carte de l'*Etat-Major*.

du Séminaire, a dû, à la suite d'un phénomène de capture, se diriger vers l'Ouest et creuser son lit dans cette nouvelle direction ; après avoir régularisé sa pente, elle a édifié la nappe de l'Ecancière-les Audouards. Pendant cette série de phénomènes, l'altitude du Rhône est restée sensiblement la même.

Lorsque le Rhône a de nouveau creusé son lit, l'Isère a creusé le sien, et c'est à la suite de ce creusement que s'est formée la nappe de 21-22 m. dans le Rhône, celle de Romans dans l'Isère.

La troisième terrasse se trouve au Sud des Beaumes de Châteauneuf, à la cote 161 ; elle est formée de cailloutis alpins épais de plusieurs mètres, qui reposent sur une plateforme de mollasse. D'après son altitude, il est probable qu'elle représente un témoin de la nappe des Audouards.

B. — VALLÉE DU RHÔNE. — Sur la *rive gauche* en aval de Portes, on observe une série de terrasses bien conservées qui sont les débris d'une ancienne nappe du Rhône contemporaine de celle d'Alixan. Les matériaux sont les mêmes que dans cette dernière ; les quartzites et les calcaires très roulés dominent ; les roches cristallines sont assez nombreuses, et on y trouve notamment des amphibolites en bon état ; les galets ont en moyenne 4-7 cm., quelques-uns atteignent 15-20 cm. La stratification est horizontale ; la partie supérieure est rubéfiée sur 1,50 à 2 m.

*Terrasse des Lacs*¹. — Elle interrompt brusquement la continuité des pentes de la Léore, sur une longueur de près de 4 km. ; sa largeur atteint 4-500 m. Une falaise de 25-30 m. la limite à l'Ouest. Elle est couverte par plusieurs mètres de lehm jaune (5-7 m. sur quelques points). La distribution assez régulière de ces limons, l'absence ou la rareté des galets dans leur intérieur ne permettent pas de supposer qu'ils proviennent par ruissellement de ceux qui couvrent le plateau de la Léore.

Près du chemin de la Chafine, le bord du plateau est coté 136,7 ; les cailloutis ne dépassent pas 132,2, et sont par conséquent à 35 m. 6 au plus au-dessus de l'étiage. Mais il y a lieu de remarquer que les ruisseaux qui ont creusé le flanc occidental de la Léore n'ont pas entaillé la terrasse des Lacs et que par conséquent leurs apports ont dû au début s'étaler sur la surface de celle-ci et en relever le niveau ; l'altitude trouvée doit donc être un peu forte. L'épaisseur des cailloutis à l'Est de la Chafine paraît dépasser 20 m.

1. Ce nom ne figure pas sur la Carte du Ministère de l'Intérieur ; mais il est connu dans le pays et correspond aux fermes appelées Mouriers.

L'extrémité méridionale de la terrasse porte la cote 131 qui correspond à une altitude relative de 35 m. 6. Mais ce point se trouve sur une légère surélévation du sol (1 m. 50), formée de cailloutis alpins, mélangés de galets calcaires anguleux apportés par la Véore ; elle est limitée à l'Ouest par un mur en pierres sèches, indice d'un remaniement par l'homme ; en outre, les champs qui se trouvent de ce côté sont couverts de limons. Il est donc probable que l'altitude trouvée est trop forte de 1 à 2 m.

Terrasse du cimetière d'Etoile. — Elle a 100 m. de largeur environ. Le bord occidental est à 123,7¹, mais les cailloutis paraissent s'élever au moins à 127-128 ; l'altitude relative serait par suite de 33-34 m.

Terrasses des Pécolets et de St-Genys. — Ces deux terrasses sont séparées par le ruisseau d'Ozon ; l'épaisseur des cailloutis peut être évaluée à 20 m. au moins. On trouve du lehm à l'Est de Campane d'Ozon.

L'altitude de la terrasse des Pécolets est de 124,7 près du bord occidental, à l'Est du Château Clavel ; une légère dépression existe plus à l'Est, mais le sol se relève au delà de Calitati et on peut, je crois, adopter 125 comme altitude de la terrasse dans cette région ; l'altitude relative serait par suite de 34 m.

Au Nord-Est de St-Genys, l'altitude m'a paru très voisine de 123, soit 33 m. 2 pour l'altitude relative ; mais il semble qu'il y ait eu un ancien passage d'eau dans le voisinage, et que ce dernier nombre soit par suite trop faible².

Enfin, au Nord-Ouest de Fontgrand, l'altitude du point culminant de la route peut être évaluée à 122, soit 33,8 au-dessus de l'étiage.

En amont de Portes, la seule forme de terrain dont l'origine puisse être attribuée au Rhône de 34-35 m., est une petite terrasse cotée 135 environ (34 m. 5 au-dessus de l'étiage) qui interrompt la continuité de la falaise du Séminaire à l'Est du Chalet des Beaumes. Il est probable qu'après l'abandon par l'Isère de la direction du Séminaire, le Rhône n'étant plus maintenu contre

1. Nivellement de la Bourne.

2. La cote 129 au N.W. de St-Genys se rapporte à un mamelon isolé, probablement Pliocène, en saillie de 7-8 m. sur le plateau ; le sommet est recouvert par une nappe de cailloutis alpins appartenant à un niveau plus ancien que celui de Saint-Genys. La base de la falaise qui limite au N.W. la terrasse de St-Genys est formée par un affleurement de grès fins appartenant au Tertiaire supérieur. Ces deux affleurements ne sont pas marqués sur la Carte géologique

sa rive droite, dans la région de Valence, a attaqué sa rive gauche et étendu son lit sur toute la largeur de la vallée, aux dépens de la nappe d'Alixan. La terrasse à l'Est des Beaumes serait un témoin de cette période d'extension.

Rive droite du Rhône. — Je n'ai observé aucun témoin d'un niveau de 34-35 m. sur cette rive dans les environs de Valence.

On peut déduire de ce qui précède qu'il existe en aval de Valence des traces d'une ancienne nappe du Rhône dont l'altitude relative était vraisemblablement inférieure à 35 m. 6 et peut-être supérieure à 34 m. On peut admettre, qu'elle était comprise entre 34 et 35 m. Comme d'autre part, les altitudes relatives de l'extrémité de la nappe d'Alixan étaient comprises entre 33 et 35 m., la contemporanéité de la nappe d'Alixan et de celle du Rhône ne peut être l'objet d'aucun doute.

Terrasses secondaires. — Je n'en ai pas observé.

RÉSUMÉ.

1° Au-dessus de la nappe de 21-22 m., on trouve dans la vallée du Rhône, en aval de Valence, et à 34-35 m. au-dessus de l'étiage, des traces d'une autre nappe principale. Son épaisseur dépassait 20 m. et sa base descendait probablement en dessous du niveau de 21-22 m.

2° Pendant que le Rhône créait cette nappe, l'Isère dont l'allure était beaucoup plus torrentielle que celle de l'Isère actuelle, coulait dans la plaine d'Alixan et édifiait la nappe de ce nom, qui refoulait le fleuve contre les hauteurs de l'Ardeche entre St-Péray et les îles Grombet. L'Isère, après avoir coulé pendant un certain temps au Sud-Ouest dans la direction du Séminaire, s'est dirigée vers l'Ouest; en même temps elle a creusé son lit au Nord des Bayanins et créé une nouvelle nappe dont les terrasses de l'Ecancière et des Audouards sont les débris. Le niveau du Rhône n'a pas sensiblement varié pendant toute la durée de ces phénomènes.

3° Pendant la période de creusement qui a suivi l'abaissement du niveau général, le Rhône a creusé son lit dans la nappe de 34-35 m. et créé la *fausse terrasse* du Séminaire et les terrasses *principales* des Lacs, des Pécolets et de St-Genys.

L'Isère a créé les terrasses *régulières* de l'Ecancière, des Audouards et des Bayanins.

III. — NAPPE PRINCIPALE DU RHÔNE DE 59-60 MÈTRES.

A. — VALLÉE DE L'ISÈRE. — NAPPE DE FOULLOUSE-LÉORE. — L'extrémité de la nappe d'Alixan est encastrée entre deux plateaux à soubassement mollassique, couverts de cailloutis alpins, qui la dominent d'une trentaine de mètres : celui de Foullouse, au Nord ¹, celui de la Léore, au Sud. Leur surface est comprise dans un même plan incliné vers le Sud-Ouest et leur composition est identique ; ils représentent deux lambeaux d'une ancienne nappe alluviale, immédiatement antérieure à celle d'Alixan, qui peut être suivie vers l'amont jusqu'au château de la Jonchère.

1° *Épaisseur et composition de la nappe.* — L'épaisseur est très variable ; elle est de 30-40 m. à l'Ouest de Foullouse et de la Léore, de 20 m. à l'Est de St-Paul-lès-Romans, de 18 m. au-dessus des Beaumes au Sud de Valence, de 6-8 m. à St-Marcel et aux Grands Aillers, de 4-5 m. près d'Oboussier et de Ghambardy. Les éléments sont, en général, très roulés ; les calcaires dominant, mais il y a de nombreux galets de quartzites et de roches cristallines ; les amphibolites ne sont pas rares. Les roches cristallines sont souvent décomposées, surtout dans la partie supérieure où il existe une couche rubéfiée de 4-5 m. Parfois, les calcaires ont eux-mêmes disparu, et les quartzites demeurés seuls forment des amas analogues à ceux qui caractérisent les niveaux les plus élevés (angle sud-est de la Léore, bord septentrional du plateau de Foullouse près Moulin) : ce sont de simples accidents locaux.

La grosseur des éléments est la même que dans les nappes déjà décrites : les galets de quelques centimètres dominant ; les quartzites de 15-20 cm. sont fréquents ; j'en ai noté un de 0 m. 40. A l'Ouest de St-Marcel j'ai vu des blocs calcaires mal roulés de 0 m. 70. La stratification est presque partout horizontale ; j'ai observé cependant près de St-Marcel et d'Oboussier des couches inclinées à 35° vers l'aval.

Les pentes occidentale et méridionale de la Léore sont couvertes par du lehm dont l'épaisseur peut atteindre 5-6 m. (angle nord-ouest) ; ce lehm fait défaut sur le bord oriental, et on ne l'observe que sur quelques points du plateau de Foullouse (environs d'Oboussier et des Chanalets). Il constitue un placage sur

1. Sur les Minutes et sur la *Carte du Ministère de l'Intérieur*, ce nom est écrit Foullouse ; d'après un renseignement pris dans la commune, l'orthographe réelle serait Foulieuse. En présence de ces contradictions, j'ai conservé le nom de la *Carte de l'Etat-Major*.

3 mai 1915.

Bull. Soc. géol. Fr., XV. — 4.

les pentes des falaises qui limitent les deux plateaux du côté de l'Ouest, près de Paillassier notamment.

En amont d'Alixan, la nappe alpine est souvent masquée par des cailloutis calcaires peu roulés d'origine latérale, renfermant parfois de gros blocs de même nature (1 m. 40 de diamètre), et aussi des quartzites provenant de niveaux plus anciens.

2° *Description des divers lambeaux de la nappe. — Plateau de Foullouse*¹. — Il bute au Nord contre le massif mollassique de Châteauneuf, et est limité sur les autres faces par des falaises : falaises d'Oboussier et de St-Marcel au Nord-Est et à l'Est (20-30 m.), falaise de Dony au Sud (30 m.), falaise de Vialon à l'Ouest (50 m.). Sa surface, plane dans son ensemble et inclinée vers le S.S.W., présente de nombreuses traces d'érosion et elle est même coupée par des ravins profonds (ravins de Trapier et du Prat) qui ont la même origine que ceux de la plaine d'Alixan.

Près d'Oboussier, la bifurcation du chemin de Moulin est cotée 197. C'est également, autant que l'on peut en juger d'après l'aspect du terrain, la cote du plateau à l'Est ; mais comme ce plateau est très rétréci en ce point, par suite de la dénudation, il est probable que la cote 197 est un peu faible. A l'extrémité nord, l'altitude peut être évaluée à 200-201 m.² ; enfin, au N.W. d'Oboussier le replat correspondant paraît limité vers le Nord par l'horizontale de 200 m. Le tracé de la falaise méridionale coïncide à peu près avec l'horizontale de 190 m., ce qui indique que la direction générale du cours d'eau était dans cette région, orientée N.N.E.-S.S.W.

Plateau de la Léore. — Ce plateau présente comme celui de Foullouse une pente générale vers le Sud-Ouest ; la comparaison des altitudes des deux plateaux montre qu'ils étaient autrefois en continuité, et ont été séparés par l'Isère d'Alixan. Le plateau de la Léore est isolé de toutes parts par des falaises très élevées (50-60 m.) à l'Ouest et au Sud, un peu moins hautes (30-40 m.) au Nord et à l'Est. Le bord oriental est à peu près horizontal

1. L'expression terrasse de *Foullouse* doit être rejetée ; le nom de terrasse ne peut s'appliquer qu'à une forme topographique d'âge bien déterminé. Or, les falaises d'Oboussier et de St-Marcel sont de l'époque d'Alixan, celle de Dony est en partie plus ancienne ; la falaise de Vialon est contemporaine de la nappe de Romans ; je conserve donc la dénomination de plateau de *Foullouse* que j'avais employée dès 1910.

2. Le petit piton mollassique situé à l'extrême pointe du plateau, à l'Est de la Fauconne, est à la cote 196.

(178 m. 8 au Nord, 178 m. au Sud). Au Nord-Ouest, l'altitude du plateau s'élève à 179 ; mais les cailloutis alpins, qui sont sur ce point masqués par du lehm, ne dépassent pas 173. Au Sud-Ouest, les mêmes cailloutis forment le bord du plateau à une cote très voisine de 171. En descendant dans cette direction, on trouve deux petites terrasses d'érosion couvertes également de cailloutis, l'une à 164 près de la Houpe, l'autre à 155 près des Mernes. Un sillon bien marqué, orienté N.E.-S.W. et correspondant à un ancien lit mineur, se montre près de la Léore ; il s'approfondit rapidement vers le Sud et descend jusqu'au niveau de la terrasse des Lacs.

Les falaises qui entourent le plateau sont une preuve qu'il a été autrefois beaucoup plus étendu dans toutes les directions. Si, d'autre part, on calcule la pente entre le point 188 qui se trouve à l'extrémité nord du plateau de Foullouse, du côté de l'Ouest, et la cote 171 qui est à l'extrémité sud de celui de la Léore, on trouve 0,133. C'est une pente deux fois plus forte que celle du Rhône, ce qui prouve, *abstraction faite de toute autre considération*, que ces deux plateaux appartiennent à l'Isère et non au Rhône, et que les terrasses qui les limitent du côté de l'Ouest sont de *fausses terrasses*.

Au Nord-Est du plateau de la Léore et à l'Est de celui de Foullouse jusqu'à Alixan, les traces de l'ancienne nappe ont été détruites par les cours d'eau latéraux ou recouvertes par leurs apports ; mais à partir d'Alixan, elles peuvent être suivies presque sans interruption jusqu'à la Jonchère.

*Mamelon de Tournus, à l'Ouest d'Alixan*¹. — C'est une butte étroite, isolée, cotée 189 à son extrémité septentrionale ; elle domine la plaine d'Alixan de 16 m. et doit être considérée comme un témoin d'une nappe alluviale plus élevée. La surface est couverte de quartzites ; mais, dans les tranchées, on trouve de nombreux galets calcaires et des galets de roches cristallines plus ou moins décomposées. Dans une fouille exécutée au Sud-Ouest, on voit affleurer des poudingues où ces mêmes roches sont en bon état de conservation.

Mamelon 198. — Il est également isolé et présente la même composition. Au sommet, où les quartzites dominent, j'ai vu

1. Ce mamelon et le suivant qui, sur la Carte géologique, portent la même teinte que la nappe d'Alixan, en ont été séparés par le capitaine Hirtzel (ouvrage cité, p. 252). D'après les Minutes, l'altitude du mamelon de Tournus dépasserait 190 dans la partie méridionale.

quelques galets calcaires et plusieurs galets de roches cristallines, notamment un gneiss amphibolique, peu altérées. Dans une carrière située à la base, près du canal, de très nombreux calcaires sont associés aux quartzites ; on y observe des galets de roches cristallines plus ou moins altérées ; vers le haut, les quartzites dominent. Il n'y a aucune raison pour considérer les cailloutis de la base comme indépendants de ceux du sommet.

Collines du Calvaire d'Alixan. — Des cailloutis identiques se montrent sur toute la pente au Nord et au Nord-Est du Calvaire ; ils sont particulièrement développés au Sud des maisons de Reybial, où ils peuvent être étudiés dans une petite carrière ; leur épaisseur dépasse 6-7 m., et ils s'élèvent à une altitude que j'évalue à 214-215 ; les quartzites n'ont pas de patine et les éléments granitiques sont en général altérés ; la stratification est nettement horizontale.

Les cailloutis de Tournus, du mamelon 198 et des pentes au Nord du Calvaire, sont les débris d'une même nappe, nécessairement plus ancienne que celle d'Alixan, et dont l'altitude, près du village, devait être très voisine de celle des cailloutis de Reybial, que leur situation topographique a dû protéger contre les dénudations subséquentes. L'altitude moindre des deux premiers amas est la conséquence de leur isolement au milieu de la plaine. L'altitude de 214-215 m. est du reste à très peu près celle qu'aurait le plateau de la Léore, si on le prolongeait vers le Nord avec la pente de 0,27 qui est précisément celle de la nappe de Foullouse-Léore, ainsi qu'on le verra dans un moment¹ ; il est donc logique de rattacher à cette nappe les trois amas de cailloutis précités.

*Terrasse des Grands Aillers*². — Au Sud-Est du hameau s'étend une vaste plateforme couverte de cailloutis alpins qui, du côté de l'Ouest, domine la plaine d'Alixan de 30 m. environ, et bute à l'Est contre les collines de Chatuzange, couronnées par des cailloutis plus anciens. Près de son extrémité sud-ouest, son altitude atteint 220 m. ; un peu au Sud de la cote 220 portée sur la carte, elle s'élève à 223 m. environ. Les cailloutis ont 6-8 m. d'épaisseur ; les calcaires prédominent ; les quartzites abondent et n'ont pas de patine ; les roches cristallines (granulites, gneiss, amphibolites) sont souvent altérées. J'ai observé dans

1. Le calcul donne 213 m. en partant du point 178,8.

2. Grandailers, de la Carte de l'État-Major.

la carrière ouverte à l'extrémité sud-ouest, des blocs calcaires peu roulés, dont l'un avait 1 m. 40 de grand axe.

Un peu au Sud de cette terrasse, le sommet du mamelon 224 est couvert de quartzites alpins isolés, mais en descendant sur le versant tourné vers l'Ouest, on voit de nombreux galets calcaires s'associer à eux. Il est rationnel de rattacher les uns et les autres à la nappe de Foullouse-Léore.

Mamelon de Pilène. — La colline mollassique cotée 232 qui est le prolongement de celle de Chatuzange, est bordée du côté de la plaine par un petit replat couvert de cailloutis alpins dont l'épaisseur atteint 10-12 m. ; l'altitude du replat est de 225 m. environ sur son bord méridional. Dans une carrière près des Vidaux, j'ai vu un bloc de gneiss de 0 m. 60, et un bloc calcaire peu roulé de la même dimension. En approchant de la coupure que traverse le ruisseau de Charlieu, les cailloutis prennent un caractère local, marqué par la prédominance des éléments calcaires peu roulés.

Collines entre le ruisseau de Charlieu et la Jonchère. — Entre le vallon de Charlieu et celui de Rochefort, la nappe d'Alixan est bordée par des collines élevées de 30 à 50 m., qui se terminent au-dessus d'elle par un talus rapide, dont le pied dessine nettement le tracé de sa rive gauche. La base des collines est constituée par la Mollasse, la partie supérieure par des cailloutis calcaires peu roulés d'origine latérale ; entre les deux, affleurent dans le talus terminal et dans les ravins, des cailloutis alpins dont la surface supérieure se tient, en général, à une trentaine de mètres au-dessus des cailloutis de même nature de la nappe d'Alixan.

Au Nord du vallon de Rochefort, on observe une disposition analogue ; mais les apports latéraux y sont parfois très restreints ou même nuls.

J'ai indiqué sur la carte les affleurements reconnus, et je me bornerai à insister sur quelques faits.

Au Nord-Est du chemin de Rochefort s'étend un vaste plateau coté 232 sur son bord occidental ; il est couvert par une nappe de cailloutis alpins épaisse de 10-15 m. ; dans la partie méridionale, les galets calcaires, d'origine latérale, deviennent prédominants. Il est donc probable que le plateau, qui se trouve en partie dans un rentrant, a été plus ou moins dénudé par le Rioussset, et que son altitude actuelle est légèrement inférieure à l'altitude primitive. D'ailleurs, à 800 m. au Nord-Est, les cailloutis alpins s'élèvent à 237 m. environ.

En ce dernier point, et sur la rive droite du vallon de Meymans, les cailloutis calcaires qui recouvrent les alluvions alpines ont 10-15 m. d'épaisseur et représentent les débris d'un ancien cône de déjection.

Au delà des Thévenons, les cailloutis alpins forment deux terrasses : l'une vers 240 m. au N.W. du point 304 (*terrasse des Thévenons*), l'autre à 242 au Sud-Est des Matras (*terrasse supérieure des Matras*). La structure de cette dernière est visible dans la tranchée du chemin. Sa surface est couverte près des pentes par des sables de la Mollasse, mélangés de quelques quartzites provenant du plateau 359 (fig. 6).

Enfin, sur la rive gauche du vallon de la Jonchère, vis-à-vis des Tiollets, un replat mollassique bien marqué (*Replat des Tiollets*) coté 242-243, est couvert de galets alpins, parmi lesquels j'ai vu quelques roches cristallines en assez bon état.

Je n'ai pas poursuivi mes investigations en amont.

Rivé droite de l'Isère. — Je n'ai exploré que la région en aval de St-Lattier. Entre Baudière et Châtillon, à une trentaine de mètres au-dessus des débris de la nappe d'Alixan, il existe une série de replats à soubassement de Mollasse, en général très nets, et qu'en raison de leurs altitudes relatives, il est rationnel de considérer comme contemporains de la nappe de Foullouse-Léore ; leurs altitudes absolues décroissent de l'Est vers l'Ouest. Le replat le plus oriental est à la cote 247 environ ; celui au Nord de Châtillon est à 240. Tous sont couverts de cailloutis alpins (quartzites, calcaires, gneiss et amphibolites parfois altérés) dont l'épaisseur peut dépasser 20 m.

Il est possible, toutefois, que les cailloutis de Châtillon aient, en partie du moins, une origine latérale.

Entre Châtillon et Romans, je ne connais aucun lambeau de cailloutis que l'on puisse rattacher aux précédents.

3°. *Tracé et pente de la nappe de Foullouse-Léore.* — On peut, d'après ce qui précède, admettre au moins provisoirement, que la rive droite de l'Isère se trouvait un peu au Sud des collines de Genissieux et de Mours. A partir de la vallée de la Savasse, elle devait décrire une grande courbe pour atteindre le bord septentrional du plateau de Foullouse, près d'Oboussier ; elle y était probablement rejointe par l'Herbasse.

La rive gauche est nettement jalonnée en amont de Chatuzange, par la série des affleurements indiqués ci-dessus. En aval, elle passait à l'Est du calvaire d'Alixan, se dirigeait par Malissard

vers le bord méridional du plateau de la Léore, et rencontrait la vallée du Rhône près de Beauvallon, un peu au Nord de la colline du Télégraphe d'Etoile.

La largeur de la nappe qui était de 5 km. près de St-Paul dépassait 7 km. près d'Alixan, et atteignait 16 km. sur le méridien de la Léore.

Pente. — Sur la rive gauche, la pente moyenne entre la terrasse des Grands Aillers cotée 223 et le point 171 situé à 19 km. 200 est de 0,27. Entre les Grands Aillers et le point 178,8 (16 km. 3) elle est également de 0,27.

Dans la partie méridionale du plateau de la Léore, elle paraît très voisine de ce nombre; mais les données fournies par les Minutes ne sont pas assez exactes et les distances entre les points extrêmes trop faibles, pour permettre une détermination rigoureuse¹.

Sur la rive droite, la pente du plateau de Foullouse, mesurée entre l'extrémité septentrionale cotée 200-201 et le bord méridional près de Surel coté 190, est comprise entre 0,263 et 0,289, nombres dont la moyenne est 0,276.

On peut donc adopter la pente de 0,27 pour toute la partie de la nappe située en aval des Grands Aillers; cette pente, en raison de la grande distance qui sépare les points extrêmes, doit différer très peu de la pente réelle.

En amont de Chatuzange, l'incertitude des données altimétriques ne permet pas une détermination précise de la pente; il semble probable qu'elle s'élevait à 0,29 entre le plateau des Grands Aillers et le replat des Tioletts.

La pente de l'Isère de Foullouse-Léore étant beaucoup plus forte que celle de l'Isère et du Rhône actuels, la rivière devait, comme aujourd'hui, et *à fortiori*, refouler le fleuve contre les hauteurs de l'Ardèche. D'après la direction des lignes de plus grande pente de la nappe, on doit admettre que l'extrémité du cône serrait le pied de ces hauteurs depuis Guilherand jusqu'à Charmes. En aval de ce village, elle décrivait une grande courbe et se dirigeait vers les hauteurs de la rive gauche, le long desquelles se montrent, à partir des Bariaux, les débris d'une nappe contemporaine, comme on le verra plus loin, de celle de Foullouse-Léore.

En partant de ces données, il est facile de déterminer avec une grande approximation les altitudes absolues et relatives du bord terminal du cône de l'Isère le long du Rhône. Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

1. Les nombres trouvés oscillent entre 0,266 et 0,285; la moyenne est 0,273.

Extrémités de la nappe.	Longueur des génératrices correspondantes.	Altitudes absolues du bord terminal de l'Isère.	Etiage du Rhône.	Altitudes relatives du bord terminal.
Pointe méridionale				
des îles Grombet	13 km. 920 ¹	163 m. 0	99 m. 5	63 m. 5
Clocher de Soyons.	15 km. 200 ¹	159 m. 0	97 m. 7	61 m. 3
Charmes	8 km. 400 ²	156 m. 1	95 m. 0	61 m. 1

Les nombres de la 5^e colonne sont suffisamment concordants pour que l'on puisse affirmer que l'altitude des cailloutis du lit majeur du Rhône contemporain ne s'élevait pas à 90-100 m. comme on l'a indiqué, et qu'elle ne dépassait pas 61 m. Il est même très probable, étant donné que l'Isère à Charmes rencontrait le Rhône sous un angle assez grand, que le nombre 61 est un peu supérieur à l'altitude relative du fleuve.

Les légères différences que présentent les nombres de cette colonne, sont dues aux causes déjà signalées, et, en particulier, à l'amplitude du déplacement de l'embouchure qui, à l'époque de l'Isère de Foullouse-Léore, a atteint près de 8 km.

4^o *Terrasses secondaires.* — Pendant la période négative qui a suivi la formation de la nappe de Foullouse-Léore, l'Isère s'est creusé un nouveau lit dans cette nappe ; elle a préparé ainsi l'emplacement où devait plus tard se déposer la nappe d'Alixan. Parmi les nombreux témoins de ce creusement progressif, je citerai les suivants :

- a) Près d'Alixan, les deux buttes isolées 192 et 198 ;
- b) La terrasse de Dony sur la pente méridionale du plateau de Foullouse ; elle forme un gradin de 150 m. de largeur qui domine de 17 m. la plaine d'Alixan ;
- c) Les petites terrasses de la Houpe (164 m.) et des Mernes (155 m.) à l'extrémité méridionale du plateau de la Léore ;
- d) Le petit plateau du cimetière de Beauvallon coté 159 près du cimetière ; il est presque horizontal et mesure 150 m. sur 200 ; il est couvert par 1-2 m. de limon sableux, sous lequel affleurent 2-3 m. de poudingues formés principalement de galets calcaires très roulés, mélangés de quartzites. Sur la pente tournée vers l'Ouest, on voit apparaître des cailloutis calcaires très peu roulés, au milieu desquels se montrent des débris de roches cristallines plus ou moins altérées ;
- e) A l'Est de Beauvallon, le monticule mollassique isolé, qui porte le quartier des Granges, et s'élève à une cote très voisine de

1. Point de départ de la génératrice : Environs d'Oboussier.

2. La génératrice part du point 178,8.

160 ; il est couvert de quartzites souvent sans patine ; il y a de nombreux galets calcaires roulés, et j'y ai vu des roches cristallines (gneiss et granites) tantôt assez fraîches, tantôt très altérées.

Les terrasses des Granges, de Beauvallon, des Mernes et de la Houpe, correspondent à des stades du creusement du vallon de Guimand : il est très possible que ce creusement ait été effectué en partie par l'Isère, et achevé par les eaux descendues des montagnes du Vercors. En tout cas, il serait difficile en dehors de cette hypothèse, d'expliquer la direction de la falaise septentrionale qui limite le plateau de la Léore.

B. — VALLÉE DU RHÔNE. — 1^o *Rive gauche*. — Au Nord de la Véore, dans les limites de la carte, je ne connais pas de traces d'un niveau voisin de 60 m. Cette absence, comme pour les niveaux précédents, est la conséquence du refoulement du Rhône contre les hauteurs de l'Ardèche, et des érosions ultérieures. Au Sud de la Véore, au contraire, il existe une série de terrasses du Rhône que l'on peut rapporter à ce niveau.

Terrasse des Bariaux. — Sur les deux rives de l'Arcette, on trouve à 25 m. environ au-dessus de la terrasse des Pécolets, une autre terrasse de cailloutis alpins qui forme un gradin très net de 2-300 m. de largeur. Au Nord-Ouest des Bariaux, l'altitude de ces cailloutis atteint *au moins* 150 m., soit 58 m. 4 au-dessus de l'étiage. Entre l'Arcette et l'Ozon, la terrasse présente une dépression légère qui semble correspondre à un ancien lit mineur ; le bord, un peu au Nord des fermes, est coté 146 environ, soit 55 m. 5 au-dessus de l'étiage.

Terrasses des Davids et de Gresse. — Elles forment une bande continue de plus de 4 km. jusqu'à Livron ; leur largeur atteint près de 1200 m. Une dépression longitudinale bien marquée qui sillonne la surface sur presque toute sa longueur, représente un ancien bras du fleuve.

Au Nord-Est des Davids, l'altitude du bord occidental peut être évaluée à 147 m. 8¹ ; ce bord est donc à 59 m. 7 au-dessus de l'étiage coté 88,12 sous le pont de Lavoulte.

1. La cote 144 placée sur la route nationale à la limite de la carte est fausse. Sur les Minutes de la feuille de Privas, le même point est coté 146, et le Service géographique de l'Armée qui a bien voulu, sur ma demande, revoir les cartes et carnets des officiers, a constaté que la cote réelle était 147. D'autre part, au Nord-Ouest du point considéré, le terrain se relève légèrement jusqu'au bord de la falaise près des Davids. En me basant sur un profil des Ponts-et-Chaussées, j'ai adopté pour le bord de la falaise près du hameau, la cote 147,8.

Au Sud de la route de Sisteron, près de Combiér, les cailloutis doivent s'élever à 59 m. au moins. Au Sud de Gresse, la terrasse est bordée par des alluvions calcaires à éléments anguleux, dont l'épaisseur augmente dans cette direction et atteint près de 20 m. au voisinage de Livron. Ces alluvions recouvrent la nappe alpine, et s'étendent presque jusqu'au bord de la terrasse. D'après mes mesures et les Minutes, on peut attribuer aux cailloutis alpins à l'Est de Loche une altitude de 145-146 m., soit 59-60 au-dessus de l'étiage.

Il résulte de cet exposé, qu'il existe sur la rive gauche du Rhône, en aval des Bariaux, des traces continues d'une ancienne nappe alluviale du Rhône, sensiblement parallèle au fleuve, et dont l'altitude au-dessus de l'étiage actuel peut, avec une très grande approximation, être fixée à 59-60 m. La nappe de Foulouse-Léore se terminant immédiatement en amont des Bariaux, à une altitude qui devait être légèrement inférieure à 61 m., on doit en conclure que les deux nappes sont contemporaines.

Je ferai remarquer *incidemment* que l'intervalle entre les deux niveaux du Rhône de 34-35 m. et de 59-60 m. est d'environ 25-26 m., tandis que celui des nappes d'Alixan et de Foulouse-Léore, près des Grands Aillers, atteignait 33 m.; mais cette augmentation de l'intervalle est la conséquence de ce fait que l'embouchure de l'Isère de Foulouse-Léore se trouve à près de 8 km. en aval de celle d'Alixan. Cet intervalle doit en outre, diminuer progressivement vers l'amont, la pente de la nappe la plus élevée étant un peu plus faible.

2° *Rive droite.* — De même que pour les niveaux précédents et pour les mêmes causes, les traces de la nappe de 60 m. font à peu près entièrement défaut sur cette rive, dans les environs de Valence. Je considère comme des débris de cette nappe, les deux amas de cailloutis alpins qui bordent le pied des pentes, au Nord et à l'Ouest de Mauves; l'épaisseur de l'amas le plus septentrional atteint 15 m. Ils paraissent formés surtout de quartzites, du moins à la surface, et reposent sur le granite porphyroïde; ils ont été ravinés par des cailloutis anguleux d'origine latérale, que couronne une masse puissante de lehm (25 m. à l'Ouest du village). D'après mes mesures, l'altitude des cailloutis alpins est d'environ 152 m., soit 42 m. au-dessus de l'étiage; mais elle a été certainement beaucoup plus considérable.

Il est très probable qu'une partie des anciens cônes de

déjection qui se trouvent aux débouchés des vallons de Mialan (Saint-Péray) et d'Embroie (Charmes), et ont raviné les cailloutis du niveau de 104 m., doit être rattachée à ce niveau.

3° *Composition et épaisseur de la nappe.* — Au Nord-Est de Livron, plusieurs coupes montrent que la nappe est formée de très nombreux quartzites alpins dont le grand axe mesure parfois 30-40 m.; au voisinage de la surface, ils ont souvent une patine jaune. Les calcaires roulés sont abondants et il en est de même des roches cristallines qui sont souvent très fraîches (granulites, amphibolites,...); j'y ai recueilli une euphotide.

Au Sud des Bariaux, la composition est la même.

Les cailloutis alpins semblent occuper toute la hauteur des terrasses aux Bariaux et aux Davids; leur épaisseur dépasserait donc 25 m. Dans la région de Gresse, la falaise est en partie formée par le Pliocène, et l'épaisseur de la nappe est par suite très réduite. Aux Bariaux, le lehm ravine les cailloutis.

4° *Terrasses secondaires.* — La plus remarquable est le petit monticule isolé, coté 129, qui se dresse brusquement au Nord-Ouest de Saint-Genys, et domine la terrasse de ce nom de 8 m. environ. Il est couronné par des cailloutis épais de 4-5 m. qui reposent sur des grès fins appartenant peut-être au Pliocène, ainsi que je l'ai indiqué précédemment.

RÉSUMÉ.

1° A 25 m. environ au-dessus de la nappe de 34-35 m., on trouve sur la rive gauche du Rhône en aval des Bariaux, et jusqu'à Livron, des traces presque continues d'une nappe alpine dont l'altitude au-dessus de l'étiage peut être évaluée à 59-60 m. Sa base descend probablement au-dessous de la surface de la nappe de 34-35 m. Ainsi qu'on le verra à la page 84, la nappe de 59-60 doit être considérée comme une nappe principale.

2° Pendant que le Rhône créait cette nappe, l'Isère dont l'allure était beaucoup plus torrentielle que celle de l'Isère actuelle, édifiait la nappe de Foullouse-Léore, et refoulait le Rhône contre sa rive droite entre Guilherand et Charmes.

3° Pendant la période de creusement qui a suivi, le Rhône a coupé l'extrémité du cône de déjection de l'Isère et créé les fausses terrasses qui limitent vers l'Ouest les plateaux de Foul-

louse et de la Léore ; il a en même temps créé, dans son propre lit, les terrasses *principales* des Bariaux, des Davids, de Gresse, et les terrasses *secondaires* du point 129, de Mauves, etc.

L'Isère a préparé l'emplacement de la future nappe d'Alixan et donné naissance successivement aux terrasses *régulières* de Saint-Marcel, des Grands Aillers, des Tiollets, etc..., et aux terrasses *secondaires* de Dony et peut-être aussi, à celles des Granges, de Beauvallon, de la Houpe et des Mernes.

IV. — NAPPE PRINCIPALE DU RHÔNE DE 104 MÈTRES.

Ce niveau n'étant représenté dans la Basse-Isère que par des lambeaux très disséminés, je l'étudierai d'abord dans le Rhône, où il est bien marqué sur les deux rives.

A. — VALLÉE DU RHÔNE. — 1^o *Rive gauche*. — Pour les raisons déjà indiquées, c'est seulement au Sud de la Véore que l'on observe des traces bien nettes de ce niveau.

Entre Beauvallon et Livron, la vallée du Rhône proprement dite est limitée du côté de l'Est par une série de collines tertiaires plus ou moins isolées par la dénudation, mais alignées parallèlement à la direction générale de la vallée ; leurs altitudes relatives sont très voisines de 100 m. Leurs sommets sont couverts par des cailloutis roulés, d'épaisseur très variable, constitués, dans les parties supérieures, par des quartzites souvent très gros (15-20 c.) et des calcaires très roulés ; à la surface, il y a une couche rubéfiée de 2-3 m. où ces quartzites sont presque seuls ; des roches cristallines se montrent en abondance dans les coupes profondes ; elles sont, en général, altérées ; les galets sont fréquemment cimentés en poudingues.

Sur quelques points, des cailloutis exclusivement calcaires, d'origine latérale, parfois assez bien roulés, recouvrent les cailloutis alpins ; sur les flancs des coupures, à un niveau un peu plus bas que la surface supérieure de la nappe alpine, on voit apparaître des traînées de galets calcaires peu roulés.

À l'Est de ces hauteurs, jusqu'au pied de la grande chaîne calcaire du Vercors, règne une dépression de 8-10 km. de largeur, parsemée de petites collines plus ou moins isolées les unes des autres. La Mollasse en forme le soubassement, et elles sont couronnées par des cailloutis exclusivement calcaires, plus ou moins roulés, d'épaisseur variable pouvant dépasser 20 m. ; leurs altitudes qui, à l'Ouest, diffèrent très peu de celles des collines

couvertes de quartzites, s'accroissent progressivement vers l'Est ¹.

On peut déduire de ces faits que la majeure partie de ces alluvions calcaires a été charriée par une rivière à allure torrentielle, la Drôme probablement, à une époque où le Rhône coulait au niveau des collines qui bordent sa rive gauche ². Au contraire, l'érosion de la plaine et l'isolement des collines qu'elle supporte, est un phénomène plus récent, attribuable à l'action des petits torrents issus directement du versant occidental du Vercors. L'étendue de cette dénudation postpliocène et la complication des formes topographiques auxquelles elle a donné naissance, constituent un spectacle des plus saisissants et des plus instructifs, surtout quand on la contemple d'un point convenablement choisi, par exemple des hauteurs de Soulier ou de Montmeyran.

Je me bornerai à décrire brièvement les principaux amas de cailloutis alpins.

Plateau du Télégraphe d'Etoile. — Il est couvert par une nappe de quartzites souvent très gros (40-50 cm.), dont l'épaisseur paraît atteindre 10-15 m. Le point culminant près du signal est à 189 environ ³, soit 95 m. au-dessus de l'étiage. Du côté de l'Est, il est séparé par une dépression de 3-400 m. de largeur du piton 194 qui est couronné par plusieurs mètres de cailloutis roulés, exclusivement calcaires.

Plateau au Sud d'Etoile. — Vaste plateau coté 188 environ (95-96 m. au-dessus du Rhône) et couvert par une mince couche de quartzites de faibles dimensions, les plus gros ayant été exploités pour l'empierrement ou les constructions. Quelques mètres plus bas, vers le Sud, il y a de nombreux quartzites de 20-30 cm., rassemblés en tas, et qui ne tarderont pas à disparaître ⁴.

Il n'y a pas de lehm sur le plateau; mais on en trouve une accumulation de 3-4 m. sur la pente méridionale au N.W. des Bariaux, vers 160 m.

1. Je citerai parmi ces collines celles de Montmeyran (262 m.), celles au S.E. d'Etoile (235 et 253 m.), le piton 189 et la butte isolée cotée 210 environ à l'Ouest de Montoisson.

2. Il y a probablement plusieurs niveaux de cailloutis calcaires. Le passage de la Drôme au Nord du massif crétacé de Livron a été signalé comme probable dans la légende de la *Carte géologique (feuille de Privas)*.

3. Sommet de la Tour 194,7 avant sa reconstruction. L'altitude des cailloutis exclut, *a priori*, la possibilité de les rattacher à ceux de la Léore, comme certains auteurs l'ont admis à tort; le plan de la Léore prolongé passerait à 25 m. plus bas.

4. Observation faite en 1908.

Mamelon 195. — Il est couvert par une nappe de quartzites, dont l'altitude au-dessus du Rhône est de 104 m. Sur le petit replat au Sud, coté 191, on trouve également des quartzites isolés, en partie exploités.

A l'Est, le mamelon 189 est couronné par plusieurs mètres de cailloutis calcaires, en général bien roulés, mélangés de galets de même nature, anguleux ou peu roulés.

*Plateau de Soulier*¹. — Vaste plateau, incliné vers l'Ouest et limité de toutes parts par des pentes très rapides ; le bord oriental, dont le point culminant est coté 198, est occupé par des cailloutis calcaires en général assez petits (2-3 cm.) mélangés de plus gros (20-25 cm.) ; ils sont stratifiés horizontalement, et intercalés de petits lits sableux ; les petits galets sont fréquemment aplatis, les gros sont arrondis, assez bien roulés, parfois anguleux ; l'épaisseur de la nappe atteint 20 m.

En allant vers l'Ouest, on voit apparaître brusquement vers 187 m.² (100 m. au-dessus de l'étiage) d'innombrables quartzites qui couvrent toute la surface du sol jusqu'au bord occidental du plateau. Une légère dépression de 2-3 m. au plus, marque l'extrémité des cailloutis calcaires, et ceux-ci paraissent en ce point mieux roulés que sur le bord oriental du plateau.

Les cailloutis alpins couvrent sans interruption toute la falaise occidentale jusqu'à une cote voisine de 170, où ils reposent sur le Pliocène ; les quartzites y sont mélangés de roches cristallines altérées et de galets roulés. Immédiatement en dessous, les cailloutis alpins forment un replat très net à 164 environ, et paraissent constituer un épais placage qui descend jusqu'à la cote 150, par conséquent jusqu'au voisinage de la terrasse des Davids.

Colline 178. — Elle est couronnée par 7-8 m. de cailloutis, reposant sur le Pliocène, et qui ont la même composition que ceux du plateau de Soulier. Il n'y a aucun motif pour les considérer comme distincts de ces derniers, avec lesquels ils étaient autrefois en continuité.

Tous les lambeaux de cailloutis alpins que je viens d'énumérer appartiennent topographiquement à une même nappe du Rhône,

1. Voir feuille de Privas.

2. Dans une fouille faite près du chemin au Nord de la ferme Soulier, j'ai vu quelques quartzites assez gros (15-20 cm.) dont la présence semblerait indiquer que les cailloutis alpins passent sous les cailloutis calcaires d'origine latérale.

dont la rive gauche suivait le bord des cônes de déjection à éléments calcaires d'origine latérale. Le tracé de cette rive est jalonné à peu près par les sommets 194 et 189, le milieu du plateau de Soulier et la colline 178 ; il est sensiblement parallèle à la direction du Rhône actuel entre Etoile et Livron. Les écarts entre les altitudes relatives des différents amas de cailloutis sont très faibles et comparables aux variations de profondeur du fleuve le long du profil longitudinal actuel. Enfin, en discutant la situation topographique de chacun des lambeaux, on trouve pour l'altitude probable du fleuve contemporain, des nombres remarquablement concordants.

Sur le plateau de Soulier, l'existence, à la limite des cailloutis alpins, d'une dépression correspondant à un ancien bras du fleuve, et la présence de galets calcaires très roulés vers l'extrémité de la nappe d'origine latérale, semblent indiquer que le niveau des hautes eaux était un peu supérieur à 100 m.

Les cailloutis du plateau 193 ont été charriés par un fleuve dont l'altitude relative atteignait au moins 104 m. aux hautes eaux.

Enfin, les deux plateaux d'Etoile et principalement celui du Télégraphe, sont dominés de 5-6 m., à très faible distance, par les cailloutis d'origine latérale du point 194. L'absence de ces derniers sur les deux plateaux ne peut s'expliquer qu'en supposant qu'un bras principal du fleuve passait plus à l'Est, à une altitude très voisine de 194 et, par conséquent, à 100 m. au-dessus de l'étiage.

On peut conclure de cet ensemble de faits que le Rhône, à l'époque où il déposait les cailloutis des hauteurs d'Etoile et de Soulier, devait couler à une altitude de 104 m. environ au-dessus de l'étiage actuel.

2° *Rive droite du Rhône. — Terrasse de Biousse.* — L'étude de la rive droite confirme cette conclusion. Le sommet de la colline qui sépare le vallon de l'Embroie de la plaine du Rhône, près de Charmes, est formé par un plateau étroit, dont la partie septentrionale située à une altitude voisine de 210, est couverte par une épaisse couche de lehm, renfermant des graviers anguleux de l'Ardèche et quelques quartzites alpins provenant de niveaux plus élevés. A 3-400 m. au Sud d'un petit écart appelé Biousse, on voit brusquement apparaître vers 200-201 m. le long d'un affleurement granitique, une nappe de quartzites, souvent assez gros (15-25 cm.) et présentant parfois une patine jaune ; elle couvre toute la partie méridionale du plateau sur une largeur de 200 m. et une longueur double. Presque horizontale, près du bord supérieur, cette nappe s'abaisse en pente douce vers le Sud

et se termine par un léger ressaut vers 190 ; son épaisseur doit dépasser 10-15 m.

D'après ces données, l'altitude relative de la terrasse au-dessus du Rhône coté 96,5 serait de 103 m.¹.

Il existe donc sur la rive droite de la vallée, des traces très nettes d'un niveau identique à celui observé sur la rive gauche.

Traces du passage du Rhône par le vallon de Saint-Péray pendant le niveau de 104 m. — La colline calcaire de Crussol est séparée des hauteurs granitiques situées à l'Ouest, par un couloir étroit et profond où coulent en sens opposé le Mialan et l'Embroidie. Le col de Toulaud qui sépare les deux bassins est formé par un vaste plateau dont l'altitude est de 203 m. sur la ligne de partage et s'élève même à 207 un peu au Nord. Tout ce couloir, depuis Saint-Péray jusqu'à Charmes, est encombré d'alluvions : les unes d'origine locale, représentées principalement par des débris anguleux ou peu roulés des granites de l'Ardèche ; les autres, alpines. Ces dernières sont composées surtout de quartzites. Mais on y trouve aussi parfois des granites alpins plus ou moins altérés. L'ensemble est recouvert par du lehm, en couches souvent très épaisses.

Autant que l'on peut en juger d'après les apparences, l'épaisseur des alluvions atteindrait près de 40 m. au col même. Les alluvions alpines semblent reposer directement sur les roches encaissantes ; leur base s'abaisse légèrement du Nord au Sud ; près de Charmes, elle ne dépasse pas 160 m. Ces alluvions ont été ravinées et remplacées sur une grande partie du couloir par les alluvions locales ; mais elles se montrent encore sur un grand nombre de points, et leur continuité originelle ne peut être l'objet d'aucun doute.

La carte indique l'emplacement des principaux affleurements alpins que j'ai reconnus ; les plus élevés se trouvent au Nord de Billoire (195 m.), au col de Toulaud (203 m.), à l'Est des Fonds (206 m.) environ. On remarquera que les altitudes de ces deux derniers gisements correspondent à peu près à celles qu'aurait le Rhône de 104 m. prolongé en amont de Biousse avec la pente du fleuve actuel.

On peut conclure de ces données que le Rhône qui a charrié les cailloutis des plateaux de Biousse, d'Etoile et de Soulier, passait par le vallon de Saint-Péray.

1. Le Rhône vis-à-vis de Charmes, est à 95 m., mais en raison de la direction de l'ancien Rhône, il y a lieu de tenir compte de la distance à laquelle se trouve la terrasse de Biousse du fleuve actuel.

Près de Saint-Péray, les alluvions alpines présentent quelques particularités qui méritent d'être signalées.

La partie supérieure du *mamelon au Nord de l'église* est formée par du lehm (3 m.) sous lequel on trouve successivement 1-2 m. de cailloutis d'origine latérale, et 10-15 m. de cailloutis alpins (quartzites en général sans patine, mélangés de quelques gneiss et granites, parfois très frais....); l'altitude des cailloutis alpins ne paraît pas dépasser 168, soit 64 m. au-dessus du Rhône.

Le *château de Beauregard* est bâti sur un plateau coté 167 couvert de cailloutis alpins identiques, dont l'épaisseur paraît atteindre plusieurs mètres; les quartzites de la surface ont une patine brune. Un peu à l'Est, un piton coté 180 (76 m. au-dessus du Rhône) est couronné par plusieurs mètres de poudingues où l'on trouve de nombreux quartzites, calcaires, gneiss, etc. On y voit aussi des débris peu roulés de granite de l'Ardèche. La forme même du piton indique que son altitude a dû être beaucoup plus considérable.

Les alluvions du point 180 doivent logiquement être rattachées au niveau de 104 m.; elles représentent vraisemblablement un lambeau de l'ancien cône de l'Isère (nappe des Méanes) qui atteignait le Rhône près de Saint-Péray. En ce qui concerne les cailloutis situés au Nord de l'église et ceux du château de Beauregard, je serai moins affirmatif. Il ne serait pas impossible qu'ils se rattachassent, au moins en partie, au niveau de 59-60 m. Mais la question ne pourra être tranchée que par un nivellement très précis des vallons de Mialan et d'Embroidie, permettant de déterminer exactement les altitudes de la base des alluvions alpines dans ces deux vallées.

Entre Saint-Péray et Tournon, il n'y a plus de traces d'alluvions susceptibles d'être rattachées au niveau de 104 m.; la rive droite est d'ailleurs très escarpée et les premiers replats au-dessus de la vallée la dominent de 120 m. au moins.

3° *Observation.* — Je rapporterai provisoirement au niveau de 104 m. les poudingues à éléments alpins que l'on rencontre en montant de la gare de Tain à l'Ermitage vers la cote 218 (103 m. environ au-dessus du Rhône). Les galets sont surtout des quartzites, parfois assez gros (25-35 cm.), auxquels s'associent des galets calcaires. Une masse puissante de lehm les recouvre.

B. — VALLÉE DE L'ISÈRE. — NAPPE DES MÉANES. — Immédiatement au-dessus de la nappe de Foulousse-Léore, on trouve dans la Basse Isère plusieurs terrasses qui paraissent appartenir à une même nappe alluviale contemporaine de celle de 104 m. du Rhône, et que je désignerai sous le nom de *nappe des Méanes* qui est celui de la principale terrasse.

Massif de Châteauneuf. — Terrasses des Méanes. — Le massif se compose de deux arêtes étroites qui partent des points culminants 236 et 247, et s'abaissent vers l'Ouest ; celle du Sud forme deux gradins bien marqués à 230 et à 225 m. ; celle du Nord se termine par un vaste replat coté 224 à son extrémité et bordé par des escarpements. Ces arêtes sont séparées par une profonde dépression en forme de cirque, sauf du côté de l'Est, où elles sont réunies par un seuil étroit, presque horizontal, de 800 m. de largeur, et dont l'altitude au point le plus bas est de 215 m. ; la continuité des pentes qui descendent vers le seuil est également interrompue par de petits gradins dont le plus développé est à 230 m. de chaque côté.

Toute la surface est couverte de cailloutis alpins, presque exclusivement siliceux ; la présence de ces cailloutis sur les gradins et le fait que ceux-ci sont souvent séparés par des ressauts de mollasse sableuse, conduit à les considérer comme des terrasses d'érosion.

Au Sud du massif, mais séparées de lui par une sorte de couloir, se dressent deux petites collines mollassiques A et B à pentes raides, aplaties au sommet, et couronnées par des cailloutis alpins formés surtout de quartzites, auxquels s'associent quelques galets de roches cristallines plus ou moins bien conservées ; leur épaisseur dépasse plusieurs mètres. Je les appellerai *terrasses des Méanes* du nom d'un écart situé sur B.

Le replat A est à une cote très voisine de 225 ; le replat B a la forme d'un croissant ; son extrémité orientale est une arête étroite dont le sommet est à la cote 229. D'après l'aspect de la végétation et quelques fouilles, on peut admettre que la Mollasse s'élève jusqu'au point culminant. A l'Ouest s'étend un petit plateau cultivé couvert par une nappe de quartzites dont l'épaisseur vers l'extrémité atteint 5-6 m. L'altitude des cailloutis près du sentier des Méanes est de 227 m. ; mais il est probable, étant données les formes du terrain, que les cailloutis les plus élevés ont dû atteindre 228 et même 229 m.

Les deux terrasses des Méanes et le replat qui termine l'arête méridionale du massif, peuvent avec une grande probabilité, être

considérés comme les débris d'une même nappe de l'Isère, dont l'altitude au Nord des Méanes s'élevait à 228-229 m. et qui dominait la plaine de Foullouse de 30-31 m. ¹.

Terrasses de Chatuzange. — La terrasse des Grands Aillers est limitée vers l'Est par une falaise au sommet de laquelle sont installés l'église et le cimetière de Chatuzange, et dont la vue éveille immédiatement l'idée d'une ancienne berge d'érosion contemporaine de la nappe de Foullouse-Léore. Au cimetière, la Mollasse est recouverte par 10 m. environ de quartzites au milieu desquels j'ai vu quelques rares galets de roches cristallines altérées; les quartzites sont en général petits, sans patine, mais ils atteignent parfois 0 m. 20. L'altitude de la plateforme est de 249 m.

Le mamelon de l'église qui est à la même hauteur, et les pentes qui en descendent vers la terrasse des Grands-Aillers sont entièrement mollassiques; mais dans les champs, on observe de nombreux quartzites à patine brune: les plus gros ont été exploités.

Immédiatement à l'Est et séparé par un petit ravin, s'étend un autre mamelon aplati, isolé, coté 250. Le sommet est couvert d'innombrables quartzites à patine brune, parfois assez gros (20-30 cm.); ils ont été, dans ces dernières années, l'objet d'une active exploitation. Des galets calcaires irréguliers, d'origine latérale, leur sont associés.

Les cailloutis du cimetière et du point 250 appartiennent topographiquement à la même nappe et il est rationnel de les rattacher au niveau des Méanes, puisqu'ils constituent, comme la terrasse des Méanes, le premier gradin bien caractérisé que l'on rencontre au-dessus de la nappe de Foullouse-Léore. L'altitude relative au-dessus de cette nappe n'est, il est vrai, que de 27 m. vis-à-vis de Chatuzange, tandis qu'elle est de 31 m. aux Méanes; mais cet écart de 4 m. est en majeure partie la conséquence de la différence de pente des deux nappes.

Quartzites du Calvaire d'Alixan et de Pilène. — Les quartzites qui couvrent le sommet du Calvaire d'Alixan (221 m.) et du mamelon de Pilène (232 m.) ne peuvent être rattachés qu'au

1. Au Nord du village de Châteauneuf, près de la Vieille Tour, on trouve une bande de cailloutis dont la composition est très complexe: quartzites avec ou sans patine, galets calcaires, roches cristallines altérées, fragments de Mollasse. Ils ravinent la Mollasse, mais présentent quelques intercalations de sables ayant la même composition. Leur origine soulève un problème intéressant, mais dont la solution est indépendante de l'objet de ce mémoire.

niveau des Méanes, car ils sont nettement plus élevés que la nappe de Foullouse-Léore, et topographiquement indépendants. Ce sont des témoins de la nappe des Méanes-Chatuzange, de même que ceux de Tournus et du point 198 sont des témoins de la nappe de Foullouse-Léore.

Tous les quartzites ont une patine jaune ou brune. Au Calvaire, les gros galets (15-20 cm.) sont encore nombreux ; à Pilène, ils l'étaient il y a quelques années (1908), mais ils diminuent rapidement.

Plateau des Malossanes. — Ce vaste plateau qui borde la rive gauche du ravin de Meymans, est entouré par la courbe 260 et s'élève près de son extrémité méridionale à 265 environ ; il est couvert de quartzites alpins, mélangés de quelques galets calcaires roulés et d'assez nombreux galets calcaires anguleux. Les alluvions alpines sont enveloppées par les alluvions latérales qui les ont dénudées et isolées.

L'intervalle entre les cailloutis alpins des Malossanes et ceux qui, en dessous, appartiennent au niveau de Foullouse-Léore, est de 27-28 m.

La concordance des résultats fournis par l'étude des terrasses des Méanes, de Chatuzange et des Malossanes est aussi complète que possible, et on peut par conséquent en conclure que toutes ces terrasses appartiennent à une même nappe de l'Isère.

En amont des Malossanes, dans les limites de la carte, je n'ai observé aucune trace de ce niveau.

Tracé de la nappe des Méanes. — Malgré le petit nombre des documents, il est possible de déterminer avec une précision suffisante la direction générale et le tracé de la nappe.

La grande largeur du seuil de Châteauneuf, sa direction N.-S., les terrasses d'érosion que l'on voit sur ses flancs et dont les plus élevées correspondent comme altitude à celle des cailloutis les plus élevés de la terrasse orientale des Méanes, tout cet ensemble indique que la création de la coupure où se trouve le seuil, et du seuil lui-même, est due à l'Isère, et qu'au début de ce creusement elle passait également par les Méanes, enveloppant ainsi toute l'arête méridionale de Châteauneuf. Elle devait donc nécessairement se diriger vers le Sud-Ouest et par suite atteindre le Rhône à proximité du confluent actuel.

Si comme première approximation, on adopte la pente de 0,25 qui est d'ailleurs à très peu près celle de l'intervalle Méanes-Malossanes, on trouve que la rivière devait rencontrer le Rhône

au voisinage de ce confluent à l'altitude de 211 m., soit à 105 m. environ au-dessus de l'étiage actuel.

L'Isère des Méanes peut donc, avec une grande probabilité, être considérée comme contemporaine du Rhône de 104 m.

Les limites de l'ancien cône de l'Isère peuvent être facilement tracées du côté du Sud. Il est très probable que la rive gauche s'infléchissait vers l'Ouest à partir de Chatuzange, et rencontrait le Rhône près de Saint-Péray, à l'entrée du vallon de Mialan. Si, en effet, on calcule l'altitude de la rivière, en ce point, en partant des Malossanes, on trouve la cote 207, qui est à 103 m. au-dessus de l'étiage actuel.

En ce qui concerne le tracé de la rive droite, je serai moins affirmatif, car je n'ai observé jusqu'à présent aucune trace certaine de l'Isère des Méanes au Nord de la plaine de Romans. Les collines qui bordent cette plaine, entre Mours et Chanos, présentent cependant une particularité qui mérite d'attirer l'attention. Toutes se terminent par de vastes replats allongés du Nord au Sud, couverts par plusieurs mètres de quartzites, et limités au Sud par des pentes très rapides; les altitudes du bord méridional de ces replats sont comprises entre 242 et 239 et semblent décroître légèrement de l'Est vers l'Ouest.

Bien que la formation de ces alluvions doive être attribuée surtout à l'action des deux cours d'eau latéraux, la Savasse et l'Herbasse, il semble probable, étant données l'inclinaison générale des replats vers l'Ouest et les faibles différences que présente l'altitude de leur bord terminal, qu'à l'époque de leur formation, l'Isère, à l'Ouest de Mours, coulait très près de ce bord terminal, qu'elle s'en écartait progressivement à partir de Servonnet et se dirigeait vers le S.W. de façon à passer un peu à l'Ouest du massif de Châteauneuf. Or, si on lui suppose une pente de 0,25, on trouve qu'elle devait atteindre ce massif à une altitude de 225 m. environ, qui est précisément celle de la terrasse des Méanes. Une pareille coïncidence autorise à admettre, *au moins provisoirement*, que la rive droite de l'Isère des Méanes après avoir suivi le tracé indiqué ci-dessus, rejoignait le Rhône dans le voisinage du confluent actuel.

Il resterait à déterminer le tracé de cette rive à l'Est de la Savasse. Une étude de détail des hauteurs de la rive droite permettra seule de résoudre ce problème.

Terrasses secondaires. — Les seules terrasses secondaires qui méritent d'être citées sont : le seuil de Châteauneuf qui correspond aux débuts de la période de creusement, et le petit mame-

lon coté 207 au N.W. de Péroullier qui domine de 10-12 m. environ le plateau de Foullouse.

RÉSUMÉ.

1° A 45 m. environ au-dessus de la nappe de 59-60 m. on trouve dans la vallée du Rhône au Sud de Valence, des traces très nettes d'une nappe alpine dont l'altitude au-dessus de l'étiage peut être évaluée à 104 m. L'épaisseur de la nappe atteignait probablement 40-45 m. A cette époque, le Rhône passait à l'Ouest de Crussol, et, à partir de Touloud, se dirigeait au S.E. vers les hauteurs d'Etoile. Cette nappe, comme on le verra dans le chapitre III (p. 84), doit être considérée comme une nappe principale.

2° A la même époque se formait dans l'Isère une nappe qui refoulait le Rhône contre sa rive droite depuis les environs de Glun jusqu'à St-Péray ; elle est représentée actuellement par les terrasses des Méanes, de Chatuzange et des Malossanes.

3° Dès les débuts de la période de creusement, le Rhône a cessé de couler par Touloud et a fixé définitivement son cours à l'Est de Crussol. C'est de cette époque que datent les terrasses *principales* d'Etoile, de Soulier et de Biousse et la terrasse *secondaire* du Vieux-Château.

L'Isère a creusé son lit dans la nappe des Méanes et créé le seuil de Châteauneuf. L'Embroie a, en partie, créé les terrasses de Biousse et du Vieux-Château.

V. — NAPPES ALLUVIALES SUPÉRIEURES A CELLE DE 104 MÈTRES.

Au-dessus de la nappe de 104 m. du Rhône et de celle de l'Isère qui lui correspond, on trouve des amas de cailloutis appartenant à plusieurs niveaux ; mais en raison de leur dissémination, l'altitude et le tracé des nappes dont ils proviennent et la correspondance de ces nappes ne peuvent être fixés que d'une façon approximative. C'est dans la vallée du Rhône proprement dite que la succession de ces niveaux est la plus nette, et, pour ce motif, je commencerai par elle.

A. — VALLÉE DU RHÔNE. — 1° NIVEAU DE CAILLOUTIS DE 140-150 M. — *Rive droite.* — Les pentes rapides, jurassiques et granitiques, qui bordent la rive droite du Rhône, sont brusquement interrompues entre Châteaubourg et Cornas, sur une étendue de 3 km. environ, par un replat de 150 à 200 m. de largeur, incliné

longitudinalement du Nord au Sud, transversalement vers l'Est, et limité de ce côté par des escarpements de plus de 100 m. de hauteur.

Le replat est découpé en plusieurs tronçons par des ravins profonds et étroits ; mais quand on l'observe d'une certaine distance, par exemple des hauteurs de Pont-de-l'Isère, sa discontinuité cesse d'être appréciable, et sa silhouette donne l'impression d'une chaussée continue qui s'abaisserait régulièrement du Nord au Sud, en restant parallèle au Rhône. C'est un des traits *les plus remarquables de la topographie de la région*.

Replat d'Arlette. — Il commence au Nord de Piélavigne et s'étend jusqu'au ravin de la Goule. Son bord méridional est à l'altitude de 226 m. environ, soit 120 m. au-dessus du Rhône ; la roche jurassique qui le constitue n'est recouverte que par une couche, en général assez mince, de limons, à la surface desquels se montrent çà et là, quelques quartzites. Près du bord septentrional, ceux-ci deviennent extrêmement nombreux, et ils s'élèvent sur les pentes qui bordent le replat jusqu'à la cote 240 m. environ (134 m. au-dessus du Rhône¹, 13 m. au-dessus de la surface du replat). Les quartzites de 0,20 à 0,30 cm. très abondants autrefois, sont devenus relativement rares ; tous ont une patine jaune.

Replat des Machous. — Il s'étend au Nord du ravin de la Goule jusqu'au voisinage de Châteaubourg ; son bord septentrional près d'une Croix visible de loin, est à 229 environ (120 m. au-dessus du Rhône) ; mais le terrain est un peu plus élevé près des pentes qui le limitent vers l'Ouest. La surface est constituée par le rocher que recouvre une mince couverture de limons ; des quartzites assez nombreux se montrent çà et là, surtout près de la croix.

Replat à l'Ouest de Châteaubourg. — C'est un petit plateau en pente vers l'Est, qui mesure 30-40 m. de largeur, et 150 m. dans le sens perpendiculaire au Rhône ; il est couvert par 2-3 m. de cailloutis formés presque exclusivement de quartzites, souvent avec patine jaune ; les quartzites atteignent parfois 0 m. 40 ; j'y ai recueilli quelques galets de granulites en assez bon état. L'altitude du bord supérieur est de 230 m. environ, soit 122 m. au-dessus du Rhône.

1. La conservation de ces quartzites est due probablement à une légère saillie de l'arête calcaire qui les a protégés contre la dénudation longitudinale.

*Replat au Nord de Châteaubourg*¹. — Il mesure 100 m. sur 70 m., et est couvert par une nappe de quartzites de 3-4 m. d'épaisseur ; beaucoup ont 25 à 35 cm. et possèdent une patine jaune ou rouge. Dans un tas, préparé sans doute pour la vente, j'ai vu une petite amphibolite en bon état, des gneiss granulitiques plus ou moins altérés, et de nombreux petits débris granitiques originaires de l'Ardèche peu roulés et anguleux, mais presque toujours très frais. Le point culminant du plateau paraît être à 227 m., soit 119 m. au-dessus du Rhône.

Au Sud de Saint-Péray, je n'ai observé qu'un seul replat pouvant être rapporté au même niveau que les précédents.

Replat de la Mine de Soyons. — Au Sud de Soyons, s'étend un long replat rocheux en pente légère vers le Sud, et dont l'altitude s'élève à 230 m. au Nord, et à 227 à l'extrémité opposée.

Il est bordé à l'Est par des escarpements, et sur les autres faces, par des pentes plus ou moins rapides ; un petit piton rocheux, coté 235, s'élève à l'angle N.W. La surface est couverte de limons peu épais, au milieu desquels on trouve quelques rares quartzites. Mais en approchant du piton, on voit presque sans transition apparaître d'innombrables galets alpins qui forment un placage de plusieurs mètres contre la pente, et s'élèvent jusqu'à son sommet, par conséquent à 138 m. au-dessus du Rhône. Les galets sont surtout des quartzites à patine jaune, dont la grosseur peut atteindre 20 à 25 cm. ; j'y ai vu des galets de gneiss assez frais et des calcaires bien roulés.

Il n'est pas douteux que les cailloutis ont dû autrefois couvrir tout le replat ; et, si l'on tient compte de la dénudation qu'ils ont subie et qui est prouvée par la forme même du piton, on doit admettre que la nappe alluviale dont ils ont fait partie, s'élevait à plus de 138 m. au-dessus du fleuve.

Le replat de la Mine devait être en continuité, du côté du Nord, avec un petit replat rocheux situé à la même altitude à l'Est du sommet 246.

Rive gauche du Rhône. — Il n'existe en aval de Tain, dans les limites de la Carte, aucune trace d'anciennes alluvions du Rhône susceptibles d'être rapportées au même niveau que les précédentes.

En comparant entre elles les données qui précèdent, on pourrait être tenté de considérer les divers replats et amas de cail-

1. La Carte géologique a donné à ce replat un développement beaucoup trop considérable.

loutis signalés, comme appartenant à plusieurs niveaux différents. En réalité, il n'en est rien, et il est facile de le montrer.

a) La surface des replats rocheux ne peut pas correspondre à celle du fleuve à l'époque de leur création. Pour les créer, le Rhône a dû mettre en œuvre toute sa puissance érosive, et sa hauteur au-dessus des replats devait par conséquent se rapprocher de celle des hautes eaux. D'ailleurs, la plupart des replats sont alignés au pied des pentes rapides et souvent escarpées qui bordent la rive droite, rive contre laquelle le fleuve paraît s'être jeté à toutes les époques. Les altitudes de 120 et de 130 m. trouvées respectivement à Arlette et à Soyons sont donc certainement très inférieures à l'altitude des hautes eaux.

b) L'altitude des cailloutis d'Arlette et de Soyons indique que le fleuve atteignait au moins 134 m. à Arlette, 138 m. à Soyons, et ces nombres sont certainement des *minima*, en raison de l'état de démantèlement de ces amas de cailloutis et de leur situation sur des pentes rapides ou au sommet d'un piton étroit. En outre le fait que les cailloutis d'Arlette sont plaqués contre les pentes de la rive droite, autorise à admettre que la profondeur d'eau au-dessus des plus élevés atteignait plusieurs mètres.

c) Enfin, mes travaux et ceux d'autres géologues, semblent avoir établi d'une façon définitive l'existence dans toute la vallée du Rhône en aval de Lyon, d'une ancienne nappe alluviale dont l'altitude relative peut être fixée à 140-150 m.¹.

Dans ces conditions, je crois que l'on peut considérer comme très probable que les replats et amas de cailloutis de Château-bourg et de Soyons appartiennent à une même période de l'histoire du Rhône. Les replats rocheux ont été façonnés en majeure partie pendant la phase d'érosion, puis de remblai, qui a précédé l'établissement de la nappe de 140-150 m. ; les cailloutis les plus élevés correspondent à la fin du comblement. Pendant la phase d'érosion qui a suivi, la nappe a été démantelée, les cailloutis en partie détruits et les replats plus ou moins déblayés. Ceux d'entre eux qui supportent encore une couche mince d'alluvions représentent des terrasses secondaires.

Il y a lieu de remarquer que le Rhône, pendant le niveau de 184 m., dont il est parlé ci-après, coulait à l'Ouest de Crussol, et qu'il suivait la même direction à l'époque du niveau de 104 m. Il est dès lors difficile de ne pas admettre qu'il coulait également

1. Je montrerai dans un travail en préparation que cette altitude devait, en réalité, être très voisine de 148 m.

entre Crussol et les hauteurs de l'Ardèche pendant la période intermédiaire. Mais, dans cette hypothèse, on ne peut comprendre la création par le Rhône du replat de la Mine de Soyons, qu'en supposant que le fleuve, ou au moins un bras du fleuve, passait dans la dépression de Mérey. Malheureusement, il m'a été impossible de déterminer l'altitude du fond rocheux de cette dépression, en raison des limons qui le masquent. J'admettrai *provisoirement* la réalité de ce passage.

2° NIVEAU DE CAILLOUTIS DE 184 M. — Au N.W. de Soyons et sur l'arête étroite qui forme le prolongement vers le Sud de la montagne de Crussol, se trouvent deux mamelons contigus cotés 272 et 283 ; le sommet de ce dernier est un vaste plateau de 100 m. sur 100. Tous deux sont couverts de cailloutis alpins dont l'épaisseur dépasse 10-15 m. ; les quartzites, souvent très gros (30-35 cm.) dominant et ont une patine jaune ; de nombreux galets calcaires très roulés leur sont associés.

D'après la situation topographique de ces cailloutis, il ne paraît pas douteux qu'ils ont fait partie autrefois d'une même nappe, édifiée par le Rhône à une époque où il passait à l'Ouest de Crussol, et se trouvait à 184 m. environ au-dessus de l'étiage actuel.

3° NIVEAU DE CAILLOUTIS DE 242 M. — Ce niveau n'est représenté dans la région de Valence que par deux terrasses.

Replat de Boudet à l'Ouest de Châteaubourg. — Vaste replat de 250 m. de largeur, sur 500 m. de longueur parallèlement au Rhône ; il est couvert par plusieurs mètres de quartzites à patine jaune, parfois très rubéfiés, dont le diamètre peut dépasser 30 cm. ; des débris de roches du plateau central leur sont associés. Une dépression de quelques mètres qui sépare le replat des pentes, semble correspondre à un ancien bras du Rhône. D'après les Minutes, l'altitude du plateau est de 350 m. Étant données la grande étendue du plateau alluvial et sa régularité, on peut admettre que cette altitude correspond à peu près exactement à celle du fleuve, et par conséquent que l'altitude relative du Rhône était de 242 m. environ

Replat à l'Ouest de Tournon. — Il se développe sur plusieurs centaines de mètres de longueur, mais n'a que 50-60 m. de largeur ; il est bordé à l'Est par des pentes très rapides, et recouvert par plusieurs mètres de cailloutis composés presque exclusivement de quartzites qui atteignent parfois 40 cm. et ont souvent

une patine ; des galets de granite de l'Ardèche, frais, et fréquemment bien roulés, leur sont associés. Le lehm masque le bord supérieur. L'altitude du replat m'a paru très voisine de 345 m. ; il est donc à 232 m. au-dessus du fleuve¹.

Bien que ce replat soit un peu plus bas que le précédent, il est rationnel de le rattacher au même niveau, la différence d'altitude pouvant être attribuée à la fois à la dénudation et à ce fait que le replat est bordé du côté de l'Ouest par des berges rocheuses le long desquelles le Rhône devait atteindre une grande profondeur.

4° CAILLOUTIS DU SOMMET DE CRUSSOL². — Sur le sommet (406 m.) on voit de nombreux quartzites alpins de faibles dimensions ; ils sont associés à des galets calcaires et même à des débris très frais de roches cristallines provenant soit des Alpes, soit du Plateau Central. Les calcaires et les roches cristallines paraissent avoir été apportés par l'homme³ ; mais l'authenticité d'une partie au moins des quartzites ne peut être l'objet d'aucun doute, car j'en ai observé d'assez nombreux à quelques mètres en dessous du sommet dans les fentes et poches de la roche calcaire, où ils sont noyés dans un limon rougeâtre argilo-sableux, provenant en partie de la dissolution de la roche encaissante. Quelques-uns avaient 15-20 cm. de diamètre, et ne possédaient pas de patine. L'altitude des galets de Crussol au-dessus du Rhône est de 305 m.

Sur les pentes à l'Ouest de Châteaubourg, j'ai trouvé dans les champs à l'altitude de 393 m. environ (285 m. au-dessus du Rhône) quelques quartzites isolés.

Il n'est pas utile de rappeler qu'il existe dans la vallée du Rhône, en aval de Valence, d'autres gisements de cailloutis alpins situés à des altitudes comparables aux précédentes. Je citerai notamment les amas de quartzites du signal de Barry, qui s'élèvent à 314 et 306 m. et se trouvent par conséquent à 271 et 263 m. au-dessus du Rhône.

B. — VALLÉE DE L'ISÈRE. — Au-dessus du niveau des Méanes-Chatuzange, on trouve sur la rive gauche, plusieurs terrasses isolées les unes des autres par des espaces souvent considé-

1. L'altitude du Rhône sur le parallèle est de 113,16.

2. Les quartzites de Crussol ont été signalés par Ch. Lory, qui les considérait comme contemporains de la fin du Miocène (Description géologique du Dauphiné, p. 266). L'altitude de 380 m. qu'il leur attribuait est celle que l'on donnait à cette époque au sommet.

3. J'y ai vu notamment un bloc roulé de gneiss de 0 m. 50 en partie exploité.

rables : l'étude de détail conduit à les rattacher à deux niveaux bien distincts.

1^o NIVEAU DES PETITS AILLERS.

Replat des Petits Aillers. — Au Sud du hameau, un talus rapide conduit sur le vaste plateau mollassique des Petits Aillers, couvert de quartzites, parfois assez gros (15-20 cm.) avec patine. Abondants à 4-5 m. en dessous du sommet, près du bord, ils se raréfient vers le point culminant coté 290, et sont alors associés à des galets calcaires peu roulés. Au Sud-Est, le point 305 se trouve au sommet d'un ressaut mollassique, dont la pente est couverte de cailloutis calcaires peu roulés. Il semble évident que l'ancienne Isère coulait à une cote qui devait être comprise entre 290 et 300 m., et que sa rive gauche passait un peu au Nord-Ouest des Pinets.

*Replat de Papelessier*¹. — Au Nord du hameau se dresse une colline mollassique isolée, dont la partie supérieure est formée par deux petits plateaux dont le plus élevé est coté 294. Ils sont couverts par une nappe de quartzites de plusieurs mètres d'épaisseur, dont l'altitude primitive a dû être légèrement supérieure à cette cote. Les quartzites du sommet ont une patine jaune, quelques-uns atteignent 15-20 cm. : quelques galets calcaires anguleux leur sont associés.

A 3-4 m. plus bas, un petit banc de poudingues renferme des quartzites, des jaspes rouges, des galets calcaires roulés et des débris provenant de la Mollasse sableuse. C'est probablement un résidu d'un dépôt plus ancien.

Le mamelon 328 situé au Sud est entièrement mollassique et je n'y ai vu aucun débris alpin ni même d'origine latérale. On doit en conclure que la rive gauche de l'Isère passait très peu au Sud du mamelon 294.

Piton 304, à l'Est des Thévenons. — Il paraît surtout formé de cailloutis calcaires anguleux ou peu roulés d'origine latérale ; mais on y trouve aussi des quartzites et des galets calcaires très roulés qui semblent indiquer que l'Isère a coulé à un niveau voisin du sommet.

*Replat de la Farizerie*² (fig. 6). — Vaste plateau de plusieurs centaines de mètres de longueur sur 100 de largeur, qui com-

1. Les quartzites du sommet ont été signalés par Hitzel, ouvrage cité, p. 106. Ils ont été en partie exploités, ainsi que ceux du plateau des Petits Aillers.

2. L'écart de la Farizerie est en dessous du plateau ; mais je n'ai pas trouvé d'autre nom à donner à ce dernier.

mence vers 310 au pied des pentes rapides qui descendent du replat 359 ; il s'abaisse en pente douce vers le Nord. Il est couvert de sables provenant de la Mollasse, mélangés de graviers calcaires peu roulés ; on y trouve aussi des quartzites qui proviennent du replat supérieur. Près du bord inférieur vers 304, j'ai observé un affleurement de cailloutis alpins de près de 1 m. d'épaisseur, formés surtout par des quartzites auxquels s'associent de petits galets calcaires roulés ; j'y ai recueilli un galet de gneiss en partie décomposé. En descendant, on ne trouve plus que des galets calcaires anguleux.

L'altitude de l'ancienne Isère devait, d'après ces données, s'élever au moins à 304, et être comprise entre 304 et 310 ; elle était donc à 166 m. environ au-dessus de l'Isère actuelle.

L'altitude régulièrement croissante des trois replats et l'analogie de leur situation topographique, notamment l'alignement sur une longueur de près de 4 km. de leur bord méridional que limitent uniformément des alluvions calcaires d'origine latérale, autorisent à les considérer comme les débris d'une même nappe de l'Isère.

Rattachement probable de cette nappe à la nappe du Rhône de 140-150 m. — Cailloutis du Télégraphe de Châteauneuf.

La direction générale de la nappe des Petits Aillers peut être déterminée en se basant sur les considérations ci-après :

Les points culminants du massif isolé de Châteauneuf sont couverts de quartzites souvent assez gros (20-25 cm.), qui couvrent également les pentes.

Sur le vaste plateau qui entoure le point 236, l'épaisseur de ces cailloutis paraît atteindre plusieurs mètres ; elle se réduit à 30-40 cm. sur le point 247 ; mais, étant donnée l'exiguïté de ce sommet, il est fort probable qu'elle a été beaucoup plus grande. On constate en outre, que la pente très raide qui en descend vers le Nord, est couverte de cailloutis alpins très serrés, dont la présence ne peut guère s'expliquer qu'en admettant qu'ils faisaient partie d'une nappe occupant tout l'intervalle entre les deux points culminants.

Cette nappe était bien distincte de celle des Méanes qu'elle dominait de 20 m. au moins, et, comme d'autre part, elle est le premier niveau que l'on rencontre au-dessus des Méanes, il est rationnel de rattacher les cailloutis de Châteauneuf au niveau des Petits Aillers. On est dès lors conduit à admettre que la nappe des Petits Aillers se dirigeait vers l'Ouest-Sud-Ouest et que son

bord extrême rencontrait le Rhône dans la région comprise entre Mauves et St-Péray¹.

Les deux nappes des Méanes et des petits Aillers avaient donc à très peu près la même terminaison le long du Rhône et on peut par conséquent, comme première approximation, attribuer à la nappe des Petits Aillers, la pente de 0,25 adoptée pour celle des Méanes.

En partant de cette donnée et en supposant que les cailloutis alpins du replat de la Farizerie s'élèvent à 307 (moyenne entre 304 et 310), on trouve que le bord septentrional de la nappe des Petits Aillers devait atteindre le Rhône dans la région du confluent actuel à une cote d'environ 250, soit à 144 au-dessus de l'étiage. Le même calcul appliqué au bord méridional donne 247,3 près de St-Péray, soit 144 m. au-dessus de l'étiage.

La concordance de ces résultats justifie l'hypothèse du rattachement de la nappe des Petits Aillers à celle de 140-150 m. du Rhône.

Un calcul très simple montre que dans cette hypothèse, la nappe des Petits Aillers passait à 23 m. au-dessus du Télégraphe de Châteauneuf et que son épaisseur, en ce point, devait, par suite, être très voisine de 40 m.

Il importe de remarquer que s'il était démontré ultérieurement que le Rhône n'a pas pu passer par Mérey, il faudrait, pour expliquer la formation des terrasses de la mine de Soyons, faire intervenir l'Isère, et admettre que son embouchure est descendue jusqu'à Soyons. Cette extension du cône de l'Isère ne soulève, d'ailleurs, aucune difficulté théorique ; elle conduirait seulement à attribuer à la partie méridionale de l'Isère une pente un peu plus faible que celle indiquée pour la partie septentrionale, soit 0,24 environ au lieu de 0,25.

2^o NIVEAU DES POINTS 359 ET 358 (fig. 6).

Au Sud de la Jonchère se dressent deux longs contreforts mollassiques alignés N.-S. et cotés 359 à l'Ouest, 358 à l'Est.

La partie supérieure du premier est un plateau horizontal de 600 m. environ de longueur sur 150 m. de largeur. La surface, surtout près du bord septentrional, est couverte de quartzites souvent très gros (25-35 cm.) associés à des galets calcaires peu roulés. Si l'on se dirige vers le Sud, on arrive bientôt à un res-saut brusque de mollasse coté 362, qui est recouvert de galets exclusivement calcaires, peu roulés, d'origine latérale. Il n'est

1. Il résulte, en outre, de ces considérations, que les cailloutis de Châteauneuf ont été apportés par l'Isère, et non par le Rhône.

donc pas douteux que l'Isère, à l'époque où elle charriait les quartzites, devait couler à une cote comprise entre 359 et 362.

On trouve également d'assez nombreux quartzites à l'origine du petit contrefort qui se détache du point 362 et se dirige vers les Baries, mais ils disparaissent dès que l'on descend et l'on ne voit plus que des galets calcaires peu roulés.

Le sommet du contrefort 358 est formé par un plateau très étroit (2-300 m. sur 80); les galets calcaires anguleux ou peu roulés dominant et les quartzites y sont rares. La végétation rend d'ailleurs les recherches très difficiles.

Pour les mêmes raisons que précédemment, il semble que l'on puisse considérer ces deux replats comme marquant l'emplacement d'un ancien lit de l'Isère, dont l'altitude absolue devait être très voisine de 360 et qui se trouvait par conséquent à 220 m. au-dessus de la rivière actuelle.

Rattachement de ces replats au niveau de 184 m. du Rhône. —

Les replats des points 358 et 359 forment un gradin bien net à 53 m. environ au-dessus des terrasses qui appartiennent au niveau des Petits Aillers; il est donc rationnel, à *priori*, de les rattacher au niveau de 184 m. du Rhône qui se trouve immédiatement au-dessus des terrasses du niveau de 140-150 m., bien que l'intervalle entre les deux niveaux correspondants du Rhône, soit seulement de 39 m. environ. En se basant sur la direction initiale de la rive gauche de la nappe de l'Isère, et sur l'existence entre le pied du Vercors et le Rhône, d'une bande de terrain dont l'altitude est notablement inférieure à celle que devait avoir l'Isère, on peut admettre comme probable, que cette rive passait à peu près par Marches et Chabeuil, et rejoignait le Rhône vers Lavoulte¹.

En adoptant comme précédemment la pente de 0,25 et en prenant comme direction le pont de la route près de cette localité, on trouve que l'Isère devait atteindre le Rhône à une altitude très voisine de 266 m. Or, près du même point, l'altitude de la nappe du Rhône de 184 m. était de 272 m. On peut donc, avec une grande probabilité, considérer les deux nappes comme contemporaines.

J'ajouterai que, dans cette hypothèse, la différence qui existe entre les intervalles respectifs des nappes du Rhône et de l'Isère,

1. On trouve dans les murs de Marches (336 m.) de nombreux quartzites; mais il est possible qu'ils aient été apportés, et il n'y a pas lieu, pour le moment, d'en tenir compte.

s'explique sans difficulté par la différence de position des embouchures de la rivière. A l'époque du niveau des Petits Aillers, le point le plus méridional de cette embouchure se trouvait probablement vis-à-vis de Saint-Péray, par conséquent à 16 km. plus au Nord qu'à l'époque précédente.

3° NIVEAUX PLUS ÉLEVÉS.

Il est probable que, par analogie avec ce qui a lieu dans la vallée du Rhône, il existe dans la basse Isère des niveaux plus élevés que le précédent ; mais, c'est seulement sur la rive droite que l'on peut espérer en retrouver les traces. Le capitaine Hitzel a constaté, en effet, que sur la rive gauche, toute la zone, comprise entre la ligne qui joint les points 359 et 290 (Petits Aillers) et les chaînes de Vercors, était couverte exclusivement de cailloutis d'origine latérale ; ces cailloutis s'élèvent à la cote 497 à l'Ouest du col de Beauregard¹. Sur toute la rive droite, au contraire, M. Depéret a signalé la présence de cailloutis alpins qui atteignent l'altitude de 478 m. à 6 km. au Nord de Genisieux.

Si l'on imagine un plan incliné partant de Crussol avec une pente de 0,25 ascendante vers le Nord-Est, on voit que ce plan passerait presque exactement par le point 479. Il n'est donc pas déraisonnable de rattacher la nappe alluviale dont les cailloutis de Crussol sont un résidu, aux grandes traînées de quartzites alpins qui couronnent les hauteurs au Nord de la vallée de l'Isère.

III. — Résumé général et conclusions.

1° — ANCIENS NIVEAUX DE CAILLOUTIS DU RHÔNE ET DE L'ISÈRE AU VOISINAGE DE LEUR CONFLUENT.

A. — RHÔNE. — Il existe dans la vallée jusqu'à 300 m. au moins au-dessus du fleuve, des lambeaux d'anciennes alluvions alpines, représentées pour la plupart par des terrasses plus ou moins étendues. Ces terrasses appartiennent à 8 niveaux distincts, dont les altitudes relatives sont données dans le tableau ci-après :

1. HITZEL, ouvrage cité, p. 102.

Altitudes au-dessus de l'étiage conventionnel.	Altitudes au-dessus des cailloutis du lit majeur ¹ .
21-22 m.....	18-19 m.
34-35 m.....	31-32 m.
59-60 m.....	56-57 m.
104 m.....	101 m.
140-150 m.....	»
184 m.....	»
242 m.....	»
305 m. au moins.....	»

Les altitudes trouvées pour les quatre niveaux inférieurs doivent différer très peu des altitudes réelles; il est possible qu'elles soient un peu faibles. Le relèvement du lit, conséquence de l'extension du delta actuel, et le déplacement du maximum de bombement, ont pu, en effet, entraîner une légère réduction de l'altitude relative des terrasses dans la région de Valence : je ne crois pas d'ailleurs, que cette réduction ait atteint 2 m. A chacun de ces quatre niveaux correspondait une nappe alluviale caractérisée à la fois par son individualité, par la constance de son altitude relative, et par son épaisseur (25 à 40 m.).

Je montrerai plus loin que ces quatre nappes se sont formées sous l'influence d'oscillations alternativement *positives* et *négatives* du niveau général de base, et doivent être, par suite, considérées comme des nappes *principales*.

Si l'on compare les épaisseurs trouvées aux intervalles qui séparent les niveaux, on voit que les trois nappes inférieures sont emboîtées l'une dans l'autre; il en est probablement de même pour la troisième par rapport à celle de 104 m.

Les altitudes des autres niveaux sont seulement approximatives, sauf peut-être pour celui de 242 m.; leurs épaisseurs sont inconnues; elles dépassent 10 m. pour les nappes de 184 et de 242 m. Il est probable qu'à ces niveaux correspondaient également des nappes principales, mais il n'est pas possible de le démontrer actuellement.

Pendant les périodes d'érosion qui ont suivi la formation des nappes, des terrasses ont pris naissance : les unes *principales* jalonnent la surface originelle des nappes, les autres, *secondaires* sont placées sur le flanc ou dans l'intervalle des premières.

Jusqu'à la fin du niveau de 104 m., le Rhône paraît avoir

1. Ces altitudes sont celles de la première colonne, diminuées de 3 m.; elles n'ont été indiquées que pour les quatre niveaux inférieurs; les altitudes des autres n'étant pas connues avec une précision suffisante.

constamment coulé entre le chaînon de Crussol et les hauteurs de l'Ardèche.

B. ISÈRE. — Dans la vallée de l'Isère, au voisinage du confluent, il existe plusieurs niveaux de terrasses qui représentent les débris des anciens cônes de déjection très aplatis, au moyen desquels l'Isère se raccordait avec le Rhône. Ces cônes avaient des pentes notablement plus fortes que celles de l'Isère actuelle, et ils devaient par suite refouler le Rhône contre le pied des montagnes de l'Ardèche ; ils ont dû, en outre, par analogie avec ce qui se produit à l'époque actuelle, déterminer un bombement du lit dont l'effet se faisait sentir à une grande distance en amont et en aval du confluent.

Les pentes des nappes les plus anciennes paraissent voisines de 0,25 ; celles des nappes de Foullouse-Léore, et d'Alixan ont atteint 0,28 et 0,29 ; elles ont ensuite légèrement diminué aux époques suivantes.

La série de ces nappes alluviales est donnée dans le tableau ci-dessous, qui indique en même temps la nappe du fleuve à laquelle elles correspondent.

Nappe de Romans.....	Nappe du Rhône de 21-22 m.
— d'Alixan.....	34-35 m.
— de Foullouse-Léore.....	59-60 m.
— des Méanes-Chatuzange.....	104 m.
— des Petits Aillers.....	140-150 m. ?
— des points 359 et 358.....	184 m. ?

Le rattachement des quatre niveaux inférieurs de l'Isère à ceux du Rhône peut être considéré comme rigoureusement établi. En ce qui concerne en particulier la nappe de Romans, il est hors de doute qu'elle s'étendait autrefois jusqu'aux abattoirs de Valence et qu'elle se soudait en ce point à la nappe de 21-22 m. du Rhône représentée par la terrasse de Portes. Pour les deux niveaux supérieurs, le rattachement indiqué est simplement probable. Les deux niveaux les plus élevés du Rhône ne sont pas représentés dans la Basse Isère, du moins sur la rive gauche.

Pendant la période d'érosion qui a suivi la formation de chacune des nappes du Rhône, l'Isère a creusé son lit dans le cône correspondant, et créé des terrasses régulières et secondaires. Le Rhône, en même temps, entaillait l'extrémité des cônes et créait à leurs dépens de *fausses terrasses* qui ont été, à tort, considérées comme des terrasses principales du Rhône, et qui doivent être éliminées de la série de ces terrasses (*fausses ter-*

rasses de Conflans et d'Aiguilles, du Séminaire, du bord occidental des plateaux de Foullouse et de la Léore).

Le niveau de 34-35 m. du Rhône est *très probablement* représenté dans l'Isère par deux nappes alluviales successives : la nappe d'Alixan et celle d'Ecancière-les Audouards.

L'embouchure de l'Isère a occupé des positions très différentes suivant les époques : dans sa position la plus septentrionale, elle se trouvait près de Mauves, dans sa position la plus méridionale, elle était voisine de Lavoulte. L'amplitude totale de ses déplacements a atteint près de 30 km.

2° — LEHM.

Il fait défaut sur le niveau de 21-22 m. ; mais on en trouve à toutes les altitudes au-dessus de ce niveau. Sa répartition topographique paraît difficilement conciliable avec l'hypothèse d'une origine éolienne.

3° — PARALLÉLISME DES SYSTÈMES DE TERRASSES DU RHÔNE ET DE L'ISSER (DÉPARTEMENT D'ALGER). — CONSÉQUENCES A EN TIRER AU POINT DE VUE DU MODE DE FORMATION DES NAPPES ALLUVIALES DU RHÔNE.

La comparaison de la série des terrasses de la vallée du Rhône, près de Valence, avec celle de l'Isère près de son embouchure, conduit à des conclusions d'un grand intérêt au point de vue du mode de formation des nappes alluviales du Rhône.

Pour cette comparaison, je substituerai à la série des terrasses de l'Isère adoptée par moi en 1901, celle des anciens rivages, définie dans mon mémoire de 1911, et qui est basée sur des documents topographiques d'une grande précision. Cette substitution est légitime pour la côte algérienne, et elle ne peut donner prise à aucune objection, parce que les anciennes nappes alluviales du Rhône, à partir du niveau de 140-150 m., se terminent au voisinage immédiat de la côte actuelle.

En plaçant en regard l'une de l'autre les deux séries, on obtient le tableau ci-dessous :

Série des terrasses du					
Rhône.....	18-19 m.	31-32 m.	57 m.	101 m.	140-150 m.
Série des terrasses et					
lignes de Rivage de					
l'Isère.....	18 m. ¹	31 m.	60 m. ²	103 m.	148 m.

1. Nombre indiqué comme un peu faible. Mémoire de 1911, p. 214.

2. Nombre probablement un peu fort. Mémoire de 1911, p. 217.

Si l'on considère d'abord les quatre niveaux les moins élevés, il est impossible de ne pas être frappé de la concordance presque absolue des deux séries. Cette concordance est encore plus évidente, si l'on tient compte de l'existence dans une grande partie de la vallée du Rhône, jusqu'au voisinage immédiat de son embouchure, d'un niveau de 140-150 m., niveau dont l'altitude devait en réalité, comme je l'ai dit, être très voisine de 148 m.

Pour qu'une pareille concordance puisse exister, il faut avant tout, que les nappes alluviales du Rhône soient parallèles entre elles jusqu'à l'embouchure du fleuve ; il faut, en outre, que cette embouchure n'ait jamais subi de déplacement horizontal notable depuis l'époque de la formation de la nappe la plus ancienne.

Cette deuxième condition peut être considérée comme réalisée, dans la vallée du Rhône, en raison de sa topographie¹ ; les seuls déplacements horizontaux qui ont pu se produire, sont ceux résultant de la formation d'un delta ; mais, si l'on en juge par le delta actuel, la diminution d'altitude relative qu'ils ont pu causer est négligeable.

En ce qui concerne la première condition, l'étude de détail des terrasses du Rhône n'est pas suffisamment avancée pour qu'il soit possible d'affirmer qu'elles sont parallèles ; mais ce parallélisme est très probable. D'une part, en effet, l'existence d'un niveau de 140-150 m. entre Lyon et la mer entraîne comme conséquence le parallélisme des niveaux plus récents, et, d'autre part, les observations que j'ai relevées dans ma note de 1906, et que je compléterai prochainement, montrent qu'il existe dans la vallée, des traces de tous ces niveaux à des altitudes sensiblement concordantes.

J'ajouterai que j'espère dans un avenir rapproché, et en me basant sur des documents très précis, établir l'existence, sur un certain nombre de points de la Méditerranée du Nord, des lignes de Rivage observées en Algérie.

On peut, dès lors, conclure que la formation des quatre nappes inférieures du Rhône s'est effectuée dans les mêmes conditions que celle des nappes correspondantes de l'Isser, c'est-à-dire sous l'influence d'oscillations de la ligne de Rivage, alternativement positives et négatives et d'amplitudes identiques à celles constatées sur la côte algérienne. La formation de chacune des nappes a été précédée d'un mouvement négatif très rapide qui a provoqué le creusement de la vallée ; un mouvement positif extrêmement lent en a déterminé le comblement jusqu'au niveau atteint par la nappe. Les quatre nappes inférieures sont donc des *nappes principales*, conformément à la définition que j'ai donnée de ce

1. Voir page 19.

terme dans le chapitre premier. Pendant le mouvement négatif qui a suivi la formation de chaque nappe, le fleuve a creusé son lit et donné naissance aux terrasses principales et secondaires.

Il est très probable que la formation de la nappe de 140-150 m. s'est effectuée sous l'influence des mêmes causes.

En ce qui concerne les niveaux plus élevés, il est impossible actuellement, en raison du petit nombre de documents dont on dispose, de préciser les conditions dans lesquelles se sont formées les nappes correspondantes, mais on peut, au moins provisoirement, admettre comme très probable qu'elles ont été semblables.

Une autre conséquence de ce qui précède, c'est que la série des terrasses du Rhône à Valence, telle que je l'ai définie dans ce mémoire, concorde avec celle des autres parties de la vallée du Rhône, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir le bombement du lit du fleuve, comme je l'avais imaginé en 1901, pour établir la concordance entre la série de l'Isère et celle de la Carte géologique. Cette dernière doit être définitivement écartée parce qu'elle renferme un mélange de terrasses régulières du Rhône et de *fausses terrasses*.

4° — AGE DES ANCIENNES NAPPES ALLUVIALES DE L'ISÈRE ET DU RHÔNE.

Tous les niveaux signalés dans ce mémoire sont postérieurs non seulement au Pliocène marin et aux couches d'Hauterives, mais encore à toute la période de remplissage de la vallée qui a suivi. En me basant sur les faits que j'ai observés en Algérie, je les considère comme post-pliocènes.

5° — ABANDON DE LA CLASSIFICATION DES TERRASSES EN BASSE, HAUTE ET MOYENNE TERRASSE.

L'étude des terrasses des environs de Valence montre que cette classification doit être abandonnée ; elle n'a aucune valeur, car il est impossible topographiquement et géologiquement d'introduire une coupure rationnelle dans une série qui est manifestement continue.

6° — EVOLUTION TOPOGRAPHIQUE DES VALLÉES DU RHÔNE ET DE L'ISÈRE DANS LA RÉGION DE VALENCE.

Je me bornerai à un bref exposé de la succession des principaux phénomènes. Il est probable qu'après le Pliocène ancien, la vallée du Rhône a été remblayée jusqu'à 300 m. au moins, au-dessus du

fleuve actuel, par des alluvions en majeure partie alpines. A ce comblement a succédé une période de creusement dont le résultat final a été l'établissement de la topographie actuelle.

Ce creusement, comme je l'ai dit plus haut, a été provoqué au moins à partir du moment où l'altitude relative du Rhône s'est abaissée à 140-150 m. par une série de mouvements négatifs du niveau de base, interrompus par des mouvements positifs ; pour la période antérieure, l'intervention de cette même cause est seulement probable. C'est pendant cette dernière que se sont formées les nappes alluviales dont les galets de Crussol et les terrasses de 242 m. et de 184 m. sont les témoins.

Le Rhône, à partir du moment où son lit s'est trouvé en-dessous du sommet de Crussol, a coulé entre cette montagne et les hauteurs de l'Ardèche ; il a suivi cette direction jusqu'à la fin du niveau de 104 m. L'embouchure de l'Isère jusqu'au niveau de 140-150 m. se trouvait en aval de Soyons.

Niveau de 140-150 m. — A partir de ce niveau les données deviennent suffisamment nombreuses et précises pour permettre la reconstitution de l'histoire de la vallée.

Vers la fin de la période de remblai, le Rhône coulait contre les hauteurs de l'Ardèche (Les Machous, Arlette), et à l'Ouest de Crussol ; un bras passait *peut-être* par la dépression de Mérey. Le cône de l'Isère occupait tout l'espace compris, entre les hauteurs de la rive droite actuelle, les replats de la Farizerie et des Petits Aillers et le Rhône, qu'il refoulait depuis Mauves ou Châteaubourg jusqu'à St-Péray ; il recouvrait le massif de Châteauneuf. La vallée du Rhône était probablement barrée vers Guilhaud par un seuil transversal, formé presque exclusivement par les matériaux du comblement post-pliocène ; ce seuil s'élevait à 150 m. au moins au-dessus du fleuve¹.

Pendant la période négative qui a suivi, le Rhône a creusé son lit dans le couloir de Toulaud à près de 40 m. en dessous du seuil actuel, et créé les terrasses des Machous, d'Arlette, de la mine de Soyons. L'Isère, continuant à couler dans la même direction, créait les terrasses de la Farizerie, des Petits Aillers, etc..., et arasait le massif de Châteauneuf.

Niveau de 104 m. — Le mouvement positif qui a succédé à cette phase de creusement a déterminé le remblaiement de la vallée, sur près de 40-45 m. La nappe du Rhône passait par

1. Voir la note de la page 78.

Toulaud, Biousse et les hauteurs d'Etoile. L'Isère rejoignait le Rhône comme précédemment au Nord de Saint-Péray ; son cône occupait tout l'espace compris entre les replats de 240 m. qui terminent les hauteurs de la rive droite actuelle, entre la Savasse et l'Herbasse, et une ligne marquée par les replats des Malossanes et de Chatuzange ; le massif de Châteauneuf formait un petit îlot au milieu de la plaine alluviale. On doit considérer les poudingues situés à l'Est de Beauregard, comme un débris de cet ancien cône.

Les cônes de déjection du Vercors couvraient toute la plaine à l'Est de la ligne Etoile-Livron.

L'Isère a dû, presque dès le début de la période de creusement qui a suivi, couler au S.S.W. et commencer à débayer l'emplacement de la future nappe de Foullouse-Léore ; elle a créé notamment les terrasses principales des Malossanes, de Chatuzange et des Méanes, les terrasses secondaires du point 207, etc.

Le Rhône a définitivement abandonné, dès les débuts du creusement, le défilé de Toulaud, et coulé à l'Est de Crussol ; c'est de cette époque que datent les terrasses principales de Biousse, d'Etoile, de Soulier, etc., et la terrasse secondaire du Vieux-Château de Charmes. Le lit du fleuve a dû descendre à une trentaine de mètres au moins en dessous du niveau de la future nappe de 60 m.

Dans la région de Toulaud, les torrents d'Embroidie et de Mialan, ont entraîné les alluvions alpines ou les ont recouvertes de leurs apports.

Niveau de 59-60 m. — A la fin de la phase de remblai qui a suivi, l'Isère avait une direction Sud-Ouest et son lit (nappe de Foullouse-Léore) couvrait tout l'espace entre Châtillon, le massif de Châteauneuf et le Télégraphe d'Etoile ; il refoulait le Rhône contre la rive droite de la vallée entre Cornas et Soyons.

Le Rhône, à partir de Soyons, décrivait un grand coude et suivait la rive gauche de la vallée par les Bariaux, les Davids et Gresse. Il est possible que les cailloutis du château de Beauregard et ceux au Nord de l'église de Saint-Péray datent, au moins en partie, de cette époque.

Pendant le creusement qui a suivi, l'Isère a créé d'abord les terrasses des Grands Aillers, de Dony, de Saint-Marcel, etc., et creusé profondément dans la mollasse l'emplacement de la future nappe d'Alixan. L'Herbasse coulant droit au Sud, entaillait du côté de l'Est le massif de Châteauneuf ; celui-ci se raccor-

daît avec les hauteurs de la rive droite par un seuil étroit formé par la Mollasse.

Il est probable que l'Isère a, pendant quelque temps, passé par Malissard et Beauvallon.

Les terrasses des Bariaux et des Davids datent de cette période, ainsi que plusieurs terrasses secondaires dont la plus remarquable est le petit monticule 129 au N.W. de Saint-Genys, et les *fausses terrasses* qui limitent à l'Ouest les plateaux de Foulloûse et de la Léore. Le creusement de la vallée paraît être descendu à 30 m. au moins en dessous de la surface de la future nappe de 34-35 m.

Niveau de 34-35 m. — A la fin de la période de comblement, l'Isère occupait toute la plaine à l'Est de Romans, et coulait au Sud-Ouest vers le Séminaire; son cône atteignait le Rhône entre Saint-Péray et les îles Grombet.

Le Rhône décrivait à partir de ces dernières un grand coude pour rejoindre sa rive gauche près des Lacs; sa nappe est nettement emboîtée dans celle de 59-60 m.

Vers la fin de cette période, et sans que le niveau du Rhône se soit modifié d'une façon appréciable, l'Isère, captée probablement par l'Herbasse, a abandonné la plaine d'Alixan pour couler vers l'Ouest; un creusement de la plaine au Nord des Bayanins, suivi d'un comblement (nappe de l'Écancière-les-Audouards) a été la conséquence de ce changement de direction.

Pendant le creusement général qui a suivi, l'Isère a préparé le lit de la future nappe de Romans, et créé les terrasses de l'Écancière, des Audouards, des Bayanins, etc... Le Rhône a créé la fausse terrasse du Séminaire et les terrasses des Lacs, des Pécolets, de Saint-Genys, etc. Le creusement de la vallée est descendu en dessous du niveau de la future nappe de 21-22 m., d'une quinzaine de mètres au moins.

Niveau de 21-22 m. — Pendant la période de comblement, l'Isère qui occupait la plaine de Romans et coulait vers l'Ouest, avait d'abord refoulé le Rhône contre sa rive droite, entre Mauves et le confluent actuel; mais peu à peu son cours s'est infléchi vers le Sud-Ouest, et finalement elle a coulé dans une direction presque méridionale: son cône couvrait alors toute la plaine de Valence jusqu'aux abattoirs et maintenait le Rhône au pied des hauteurs de l'Ardèche jusqu'au voisinage de Saint-Péray.

A mesure que l'embouchure est descendue vers le Sud, le Rhône

reprenant l'offensive contre sa rive gauche a créé la falaise de Conflans ; un bras passait par la dépression à l'Est du Belvédère de Saint-Georges. A partir de Saint-Péray, le fleuve se dirigeait au Sud-Est et atteignait la rive opposée un peu au Sud des abattoirs. La nappe du Rhône de 21-22 m. est emboîtée dans la précédente.

Pendant le creusement qui a suivi, l'Isère a créé les terrasses de Romans, de Pizançon, d'Aiguilles, etc. ; le Rhône a achevé les fausses terrasses de Conflans et de la ville de Valence, et les terrasses principales de Portes, de Suzè, de Fontgrand, etc.

La profondeur de ce creusement est inconnue.

Époque actuelle. — Une période de comblement a succédé à la précédente ; la nappe actuelle est emboîtée dans celle de 21-22 m. Le niveau du fleuve se relève très lentement, d'abord sous l'influence de l'extension du delta, et aussi, comme je l'ai indiqué dans mes travaux antérieurs, sous l'influence du relèvement de la ligne de Rivage.

SOUFRE NATIF DANS LES CALCAIRES CARBONIFÈRES (PETIT GRANITE) DE SOIGNIES (BELGIQUE)

PAR **J. Bergeron**¹.

M. Grégoire Wincqz, propriétaire-directeur des carrières de calcaire carbonifère exploité à Soignies (Belgique) sous le nom de « Petit granite », m'a chargé d'offrir de sa part aux laboratoires de Géologie de la Sorbonne et de l'École Centrale, des échantillons de soufre natif trouvés dans ses carrières.

Leur intérêt réside dans ce fait que c'est la première fois, à ma connaissance du moins, que le soufre natif est rencontré dans des calcaires non associé à du gypse.

Ce soufre se présente en masses cristallines occupant le centre de géodes qui semblent être cantonnées dans un massif compris entre deux grandes cassures dont on n'a pu préciser la nature (diaclasses ou failles), les calcaires étant homogènes et ne présentant aucune structure stratiforme. Ces cassures sont très larges par suite de l'érosion par les eaux de surface qui les ont utilisées pour pénétrer dans la masse calcaire ; leurs parois présentent une surface polie et mamelonnée, comme c'est le cas quand elles ont été attaquées par des eaux courantes.

L'âge de ces cassures est indéterminé ; il est possible qu'elles datent de la fin du Primaire ; mais il est vraisemblable que les eaux qui les ont le plus élargies, parce qu'elles devaient être le plus abondantes, sont arrivées à l'époque pléistocène, comme c'est le cas pour la plupart des grandes circulations souterraines.

Par suite de l'existence de ces larges cassures, le massif calcaire qu'elles délimitent, a pu être imprégné plus facilement par les eaux venues de la surface que le reste de la masse calcaire ; les circulations d'eau ont dû s'y faire en plus grande abondance et par suite les réactions chimiques ont dû y être plus fréquentes.

Les géodes renfermant le soufre sont-elles dues à la disparition de fossiles dissous par les eaux d'imprégnation des calcaires ? Je ne puis rien préciser à ce sujet ; mais, en tout cas, les débris de fossiles qui se distinguent dans la roche à fond noir du « petit

1. Note présentée à la séance du 22 juin 1914.

granite », sont généralement de très petites dimensions, de quelques millimètres seulement, et ne pourraient après leur dissolution seule donner des géodes comparables à celles contenant le soufre. Il me paraît plus probable que des eaux sont arrivées des grandes cassures dont il a été question plus haut, en suivant de minces fissures ; elles ont produit localement des dissolutions, très vraisemblablement aux points de croisement de ces fissures.

On ne voit aucune de ces dernières, mais dans les blocs de calcaire détachés de la roche en place, pour en extraire les géodes, on retrouve par places, peu étendues il est vrai, des surfaces offrant un aspect velouté et moiré, dû à la juxtaposition d'une multitude de très petits cristaux de calcite noire. C'est un phénomène bien connu de recristallisation le long des parois des cassures, de la calcite dissoute et entraînée par les eaux de circulation souterraine. Cette calcite serait restée colorée en noir par les mêmes substances qui donnent sa couleur au petit granite et qui n'ont pu être entraînées au loin par des filets d'eau trop peu forts, par suite de l'étroitesse des fissures. Les croûtes ainsi formées auraient fini par remplir les fissures qui n'en verraient plus. Celles-ci ayant un parcours très irrégulier on ne trouverait trace de leur remplissage que dans le cas très rare où, en cassant la roche, on rencontrerait un lambeau de leurs parois.

Quelque vraisemblable que me paraisse cette dernière hypothèse, je n'ose me prononcer catégoriquement en sa faveur, parce que je n'ai pas suffisamment étudié la région à ce point de vue.

L'examen approfondi de ces géodes et des calcaires au milieu desquels on les trouve donne la succession des phénomènes qui ont abouti à la précipitation du soufre.

Le petit granite est dans son ensemble d'une coloration noir-brun uniforme et émet sous le choc du marteau une odeur fétide. La masse est formée de débris de tiges d'Encrines juxtaposés, ce qui lui donne un aspect cristallin, spathique. Quand la cassure s'est trouvée normale à la tige, on peut reconnaître dans les sections circulaires la trace du canal central à son aspect punctiforme, d'un noir mat.

Examinée au microscope, la roche présente les caractères suivants : elle est constituée presque exclusivement par des Entroques au milieu desquelles se reconnaissent de rares sections de petits Polypiers. Ces Entroques semblent groupées de manière à former des sortes de plages de débris orientés sensiblement de la même façon. Entre ces plages se voit de la calcite qui les relie

les unes aux autres. Toutes ces Entroques ont des contours arrondis comme si elles avaient été roulées, usées, avant d'être soudées les unes aux autres. Dans la calcite des Entroques et surtout dans celle qui réunit les plages entre elles, s'observe au microscope, une substance pulvérulente, donnant à la calcite en lames minces et en lumière naturelle, une coloration grise et à la masse entière sa coloration noir brun.

Sous l'action de l'acide chlorhydrique, toute la calcite est dissoute, et il ne reste qu'un précipité noir floconneux abondant. Il est formé surtout de petits grains d'une matière noire opaque ayant l'aspect d'un oxyde ou d'un sulfure métallique¹. Ils sont accompagnés de particules noires plus ténues, qui sont peut-être du carbone.

En même temps que se dégage avec effervescence l'acide carbonique, se répand une forte odeur de bitume, résultant du dégagement de carbures d'hydrogène, et d'hydrogène sulfuré dû à l'attaque de sulfures métalliques. S'il est vrai, comme l'a démontré W. Spring², que certains calcaires doivent leur fétidité à un dégagement de phosphamide et d'hydrogène sulfuré, sans que les carbures d'hydrogène, notamment le bitume, y soient pour rien, tel ne semble pas être le cas pour le petit granite de Soignies.

Il eût été intéressant de faire l'analyse chimique complète du calcaire et des produits résultant de son attaque par l'acide chlorhydrique; je comptais me livrer à cette étude pendant les vacances; malheureusement, les circonstances ne s'y sont pas prêtées.

C'est au milieu de la roche présentant les caractères que je viens de signaler que se rencontrent les géodes renfermant le soufre. Leurs dimensions sont très variables: celles que M. Wincqz m'a envoyées ont depuis le volume d'une noix jusqu'à celui du poing. Quel que soit leur volume, toutes m'ont présenté les mêmes caractères suivants: à la périphérie de la géode, suivant toutes les inflexions de sa surface, il y a une zone de coloration bien plus foncée que celle de la roche massive environnante. Examinée au microscope, cette zone correspond à un remplissage des vides du calcaire à Entroques par une matière brune d'aspect bitumineux, sans action sur la lumière polarisée. Elle se trouve dans le petit granite et n'appartient pas en propre à la géode; on pourrait la comparer aux épontes d'un filon.

1. Au milieu des divers éléments de ce précipité, se voient de petits cristaux, à contours assez réguliers, semblant appartenir au système monoclinique. Ils sont verts, très réfringents et de forte biréfringence.

2. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XVI, 1889, p. LXVI.

Sur elle s'est déposée la première zone appartenant à la géode ; c'est sa zone externe qui est formée de cristaux de calcite blanche d'assez faibles dimensions. Mais celles-ci croissent rapidement à mesure que les cristaux sont situés plus près du centre. Finalement ils s'isolent en prenant leur maximum de développement. Les formes cristallines les plus fréquentes, on pourrait presque dire exclusives, sont celles d'un scalénoèdre surmonté au sommet des faces d'un rhomboèdre. Ces cristaux peuvent atteindre une hauteur totale de 15 mm. Leur développement s'est fait irrégulièrement de telle sorte qu'à l'intérieur de la géode ils ont formé comme des sortes de trabécules qui s'avancent inégalement vers le centre. C'est sur les trabécules que s'est déposé le soufre qui fait l'objet de cette note. Il constitue une masse cristalline d'un jaune citron généralement clair, qui est localisée vers le centre de la géode et dans laquelle ne se reconnaît aucune forme à contours géométriques.

Si l'on tient compte de la disposition relative de toutes ces zones, on peut établir la succession suivante dans leur formation : une fois la cavité de la géode creusée, sans que je puisse préciser comment, elle s'est trouvée très probablement remplie d'un liquide qui ne pouvait être que de l'eau, et qui tenait en dissolution et en suspension, selon leur nature, tous les éléments dont j'ai déjà parlé et entrant dans la composition du « petit granite ».

Pour que cette eau ait dissous du calcaire, il faut qu'elle ait contenu de l'acide carbonique. Le fait n'est pas extraordinaire, puisque les eaux qui pénétraient dans la masse étaient d'origine météorique.

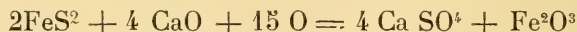
La matière bitumineuse qui existait dans le calcaire, s'est trouvée, par suite de la dissolution de ce dernier, en suspension dans l'eau qui remplissait la géode ; elle a subi une attraction moléculaire de la part de la même matière qui était disséminée dans le calcaire en place et elle s'est concentrée dans tous les espaces vides de la périphérie des géodes, espaces vides provenant soit de l'action mécanique qui avait donné naissance aux fissures, soit simplement de l'action dissolvante de l'eau de la géode pénétrant entre les Entroques. C'est ainsi que la périphérie est de coloration plus foncée que le reste de la roche.

Puis la calcite en dissolution s'est précipitée par la disparition de l'acide carbonique dissous dans l'eau, soit que celui-ci ait été fixé par une base, soit qu'il se soit échappé par les fissures. La précipitation du carbonate s'est produite d'abord rapidement, car la première zone de calcite est formée de petits cristaux enchevêtrés les uns dans les autres. Puis cette cristallisation

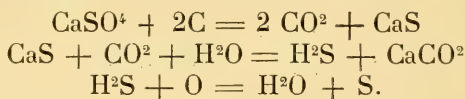
s'est ralentie progressivement, à mesure que le liquide s'appauvrisait en carbonate de chaux ; en même temps, les cristaux augmentaient de volume, et ils tapissaient les parois de la géode.

Il y eut un moment où ils finirent par s'isoler et par atteindre les dimensions relativement grandes que nous leur voyons.

C'est seulement à la surface de ces grands cristaux que, dans certaines géodes, sont accolés de petits amas d'hématite brune associée à quelques petits cristaux de pyrite de fer de forme sensiblement sphérique, probablement des dodécaèdres. D'après leur situation, ils se sont déposés postérieurement à la calcite. Ces sels de fer existaient déjà dans le « Petit granite », ainsi que je l'ai dit plus haut, c'est la pyrite qui donne naissance à l'hydrogène sulfuré lorsque l'on fait l'attaque de la roche par l'acide chlorhydrique. Ce sulfure de fer, à l'état très-ténu, se trouvait dans l'eau de la géode où se rencontraient déjà, à l'état de solution, de la chaux et de l'oxygène de l'air puisque cette eau est d'origine météorique. Il s'est formé ainsi du sulfate de chaux soluble et il s'est précipité du sesquioxyde de fer, conformément à la réaction suivante¹ :



Ce gypse aurait alors été réduit à son tour par le carbone des carbures et aurait donné du soufre conformément à la série des réactions suivantes :



En résumé, il semble bien que le soufre des géodes provienne de la pyrite du calcaire qui a été dissous lors de la formation de ces dernières. C'est seulement par une analyse quantitative que l'on pourrait s'assurer de l'exactitude de cette hypothèse ; malheureusement comme je l'ai dit plus haut, les circonstances ne me permettent pas en ce moment de faire une pareille étude.

1. C'est à cette réaction qu'est dû le gypse que l'on rencontre dans l'argile des carrières de Vannes comme dans les assises ampeliteuses du Gothlandien.

EXCURSION GÉOLOGIQUE AU NORD ET A L'EST DE TOMBOUCTOU

PAR **R. Chudeau**¹.

Du mois d'octobre 1913 à mars 1915, j'ai circulé de Tombouctou à Taoudenni et de Taoudenni à Mabrouk, Kidal et Gao. J'ai pu voir ainsi l'Azaouad, la partie orientale du Djouf, le pays des Kounta (bassin de Bamba), le Timétrin, la partie sud de l'Adrar des Iforas et le Télémsi.

J'ai pu confirmer et préciser des observations antérieures et découvrir un fait nouveau, l'existence d'un groupe volcanique à Taoudenni, à la limite du Djouf et de la Hamada El Haricha.

TERRAINS CRISTALLINS. — On connaît le rôle important joué par les granites, les gneiss et les micaschistes dans l'Adrar des Iforas. Ces terrains s'étendent, tout autour de cette région élevée, en dehors de la partie montagneuse.

Vers le Sud, sur la route de Kidal à Gao, j'ai pu les suivre jusqu'à l'Oued Tigrirt, près du point d'eau de Techoumaga auprès duquel apparaissent les premiers plateaux de la base du crétacé. Sur un itinéraire un peu plus à l'W., E.-F. Gautier² avait pu les suivre jusqu'à moitié chemin entre Es-Souk et Tabankort.

Vers l'Ouest, j'ai rencontré les mêmes terrains dans la partie orientale de la dépression du Télémsi; ils disparaissent également sous les grès et les argiles du crétacé inférieur.

Les granites se présentent parfois sous forme de dômes et donnent naissance à des régions élevées abondantes surtout sur la bordure ouest de l'Adrar des Iforas (A^r Tessalit, Tirarar, Tachdaït, Ilebgan); fréquemment aussi ils forment des chaos granitiques à relief insignifiant, ou des plaines couvertes d'arènes.

Les gneiss et les schistes affleurent presque toujours sous une direction subméridienne qui donne souvent naissance à une topographie singulière, très nette au voisinage d'Es Souk; la

1. Note présentée à la séance du 1^{er} février 1915.

2. E.-F. GAUTIER. A travers le Sahara Français, *La Géographie*, 1907, XV, p. 1-28 et p. 103-120; 1 carte géologique à 1/1 250 000, pl. 1.

carte de Cortier et Malroux¹ en donne une bonne indication ; pendant une vingtaine de kilomètres, on coupe d'innombrables crêtes rigoureusement parallèles, séparées par d'étroites vallées. L'une de ces vallées, la plus importante, est occupée par l'Oued Es Souk, qui coule pendant 4 km. entre deux murailles de micro-granite, hautes de 20 m. et distantes de 400 m.

Les schistes reparaissent dans le Timetrin dont je n'ai vu que la partie méridionale (fig. 1). Les itinéraires du capitaine Cortier et du lieutenant Sigonney² permettent de fixer les limites de ce petit massif qui est entouré de tous côtés par le Crétacé. Dans sa plus grande dimension du N.E. au S.W., il atteint environ 50 km. ; ses points les plus élevés, des quartzites, sont au voisinage de 800 m. ; le puits d'In Beriém est à 413 m.

Les schistes s'étendent vers le N.W. dans la pénéplaine qui se trouve à l'Est de la piste Mabrouk In Ehtissane.

Quelques cailloux roulés dans les Oueds indiquent la présence de Cipolins.

Les schistes cristallins se rencontrent encore un peu plus à l'Ouest, entre le puits d'El Eroug (= Arouk) et Bou Djebéha, où ils forment le plateau peu élevé d'El Hadjeïrat³. On les retrouve au Tadrart qui est une crête de quartzites. Enfin le puits que l'on a essayé de creuser à Aoussy Ould Aly (à 66 km. au N. de Tombouctou) a été arrêté à quelques mètres de profondeur par la rencontre de roches cristallophylliennes.

Les mêmes roches semblent reparaître au Sud de la hamada El Haricha entre Taoudeni et Oum El Asel⁴ ; on les trouve au Nord de la même hamada où elles forment probablement la majeure partie du sol des Erg Chache et Igidi ainsi que les régions élevées d'El Eglab, de Mecherrah et de l'Aftout.

Ces mêmes terrains forment le sol de la partie orientale de la boucle du Niger et traversent le fleuve à Tosaye.

DÉVONIEN. — Les grès horizontaux jouent un grand rôle dans le nord de la région parcourue ; les uns sont certainement crétacés, les autres semblent beaucoup plus anciens. Je les rapporte très provisoirement au Dévonien.

Ces grès apparaissent entre Guir et El M'raïti ; on peut les

1. *Service géographique des Colonies* ; Carte de l'Adrar des Iforas, 2 feuilles à 1/5000 000, 1912.

2. MISSION CORTIER, 1908, 1909, 1910. 1 vol. 292 pp. Paris, 1914, p. 214 et suiv.

3. CHUDEAU, Note sur la Géologie du Soudan, *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 317-332.

4. CHUDEAU, Carbonifère de Tazoult et d'Oum El Asel, *B. S. G. F.*, id., p. 11-17.

suivre vers le Nord jusqu'aux Erouakim¹, pendant 250 km. environ. Ils se présentent le plus souvent sous forme de blocs de quelques mètres cubes à la surface de la plaine ensablée. Ils sont plus visibles à El M'raïti, où ils forment au Nord du puits un petit plateau et un autre plus étendu à quelques kilomètres à l'Est. A mi-chemin entre El M'raïti et In Echaïe, l'oued Tamandourirt les entaille assez profondément.

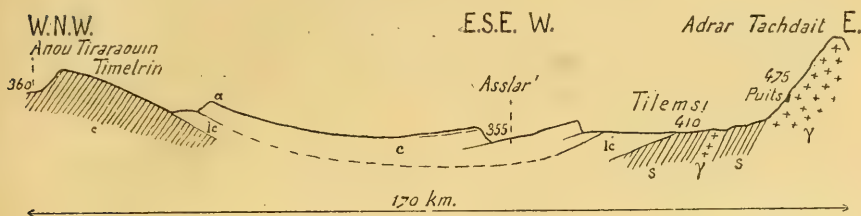


FIG. 1. — COUPE DE TIMETRIN A L'ADRAR DES IFORAS.

γ, Granite; S, Schistes cristallins; Ic, Infracrétacé; c, Crétacé; en α, débris de *Cardita*.

A In Echaïe même (fig. 2), ils sont visibles à l'Est du puits, au plateau d'Açaba (+ 60 m.) dont on peut suivre la falaise jusqu'à Achourat. Vers le Sud-Est, on retrouve ces grès jusqu'à l'Erg Ouralé à 25 km. au N.W. de Mabrouk.

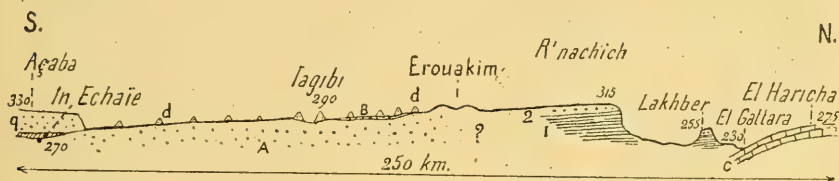


FIG. 2. — COUPE D'IN ECHAÏE A EL GATTARA.

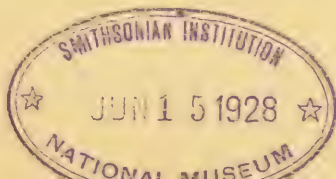
A, Grès anciens; B, Calcaires blancs à silex; C, Carbonifère; 1, Argile (Infracrétacé); 2, Grès (Infracrétacé); q, Quaternaire d'In Echaïe; d, Cordon de dunes.

Ces grès sont surmontés par place de calcaires bleus (Nord de l'Erg Tagibé, Erg Atouila) riches en silex; plus fréquemment on trouve à leur surface des rognons de silex et des produits ferrugineux (El M'raïti, oued Tamandourirt).

1. Arekim, pl. Erouakim, colline; synonyme de Koudiat. Les Erouakim forment entre In Echaïe et El Gattara une région mamelonnée, large de 35 km. et où les différences d'altitude ne dépassent pas une dizaine de mètres. Cette région semble se prolonger au loin vers l'Est et l'Ouest.

16 février 1916.

Bull. Soc. géol. de Fr., XV. — 7.



Jusqu'à présent aucun fossile ne permet de les classer ; leur âge est encore indéterminé. Je les figure sur la carte comme devoniens surtout pour les distinguer du Carbonifère incontestable du Nord de Taoudenni.

CARBONIFÈRE. — Ce Carbonifère, connu depuis le voyage de O. Lenz, forme la hamada El Haricha. Les couches calcaires violettes ou bleues dominent de beaucoup ; elles sont presque horizontales avec un léger plongement vers le Sud où elles disparaissent sous les grès crétacés. Vers le Nord, la hamada est limitée par une falaise d'une vingtaine de mètres (itinéraire du capitaine Gaillard).

Les fossiles sont abondants, mais très usés. Je n'ai rien trouvé qui me permette de préciser ma note de 1910.

INFRACRÉTACÉ. — Dans la partie orientale du Djouf, l'Infracrétacé est très développé ; il a déjà été signalé par Oscar Lenz et par Mussel.

Dans la région Taoudenni-Telik-El Gattara, on le voit reposer sur le Carbonifère de la hamada El Haricha. Il est formé surtout d'assises de grès en plaques minces, avec des intercalations argileuses et des bancs de grès épais de plusieurs mètres, qui forment habituellement la surface des plateaux. Ces grès ont des teintes assez vives dans les tons rouges.

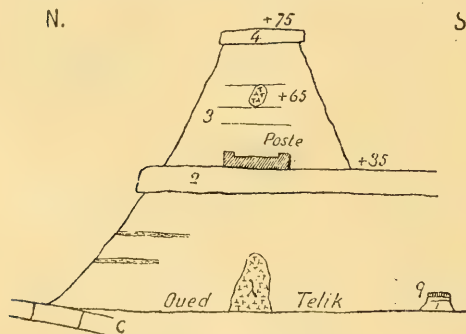


FIG. 3. — TELIK.

C, Calcaire carbonifère ; 1, Argiles gypsifères et grès en bancs minces ; 2, Grès de 3 m. de puissance ; 3, Grès et argiles ; 4, Grès en bancs épais ; q, Quaternaire ; λ, Labradorite.

La chaîne du Telik est en réalité un plateau long de 12 km. du N.W. au S.E. et très étroit ; le sommet le plus voisin du poste atteint 75 m. au-dessus de la vallée ; il n'est pas le plus haut de la chaîne (fig. 3). Auprès et à l'W. de Taoudenni, le plateau d'Hammou Salah atteint 130 m. au-dessus du kçar ; la pénéplaine carbonifère atteint à son pied une

vingtaine de mètres. La puissance des grès rouges est d'une centaine de mètres.

A El Gattara, à la gara Lakhber et dans la partie orientale du R'nachich (fig. 4), les argiles bleues, lie-de-vin ou vertes, sont très développées à la base; elles renferment des lentilles de grès elles sont surmontées d'argile gypsifères. Une table de grès épaisse de 3 à 4 m. couronne le plateau. Ces grès jaunâtres sont assez tendres mais deviennent très durs à la surface par remise en mouvement de la silice.

La falaise de R'nachich s'étend sur une grande longueur vers l'Ouest; elle est continue jusqu'au Ksaïb, au delà duquel on aperçoit encore quelques plateaux. « Le plateau du Ksaïb (+ 40 m.) est formé à la surface de grès assez durs et dans le sous-sol de grès tendres, ferrugineux, de sable légèrement argileux contenant un peu de mica » (capitaine Gagin, rapport inédit, 1910).

Les seuls fossiles connus sont des bois silicifiés qui sont abondants, et paraissent identiques à ceux que l'on connaît d'autres régions du Sahara. M. F. Pelourde a bien voulu se charger de leur examen.

Ces grès se continuent au Sud du R'nachich; sur mon itinéraire, j'ai pu les suivre jusqu'aux Erouakim dont ils forment les mamelons nord, les autres étant devoniens (?).

Aux environs d'Araouan, le sol est certainement quaternaire. Les matériaux de déblais des puits indiquent des grès tendres et des argiles. Ces puits sont très profonds (Araouan, 60 m.; Bou Djebha, 55 m.; El Moktar, 40 m.; Guir, 35 m.¹); ils n'ont pu être creusés que dans un terrain tendre et peu ébouleux, dont une partie appartient peut-être à l'Infracrétacé, 60 m., paraissant une puissance bien considérable pour des alluvions.

On connaît aussi à 15 km. au N.W. d'Araouan des argiles bariolées qui servent à crépir les cases soignées; elles ressemblent aux argiles de Bourem ou d'In Ehtissan. Je ne les ai pas vues en place.

Les terrains infracrétacés forment la pénéplaine (fig. 5) qui s'étend entre Mabrouk et les gour Tegelmousin (près In Ehtissan).

On les retouve au Sud du Timetrin, où ils affleurent dans une

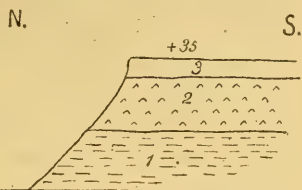


FIG. 4. — FALAISE DE R'NACHICH.

1, Argiles sableuses lie-de-vin et vertes à bois silicifiés; 2, Argiles gypsifères; 3, Grès (3 m.).

1. Le puits d'El-M'raïti a 50 mètres. Il est douteux qu'il ait pu être creusé dans les grès anciens. Il est vraisemblable que, comme dans les Erouakim, les grès anciens et les grès infracrétacés sont enchevêtrés. Une étude très attentive serait nécessaire; la distance entre les points d'eau la rend difficile.

plaine stérile, large de 4 ou 5 km. ; ils sont bien datés par quelques débris de Reptiles ; ils disparaissent au Sud sous des calcaires avec débris de *Cardita* (fig. 5).

Plus à l'Est, le même étage est visible dans le Tilemsi ; sur la piste Asslar-Tachdaït, il affleure pendant 22 km. Il repose à l'Est sur les gneiss de l'Adrar et disparaît à l'Ouest sous le Crétacé. J'y ai trouvé quelques débris de Reptiles. Il semble surtout argileux¹.

Au Sud de l'Adrar des Iforas, j'ai rencontré l'Infracrétacé depuis Techoumaga sur l'oued Tigrirt jusqu'à la falaise qui limite au Sud l'oued In Eseknam (40 km.). La partie inférieure de l'étage est constituée par des grès et des poudingues avec de rares intercalations argileuses ; la partie supérieure est argileuse.

Les grès et poudingues forment, par place, des falaises (+ 4 m. + 5 m.) en bordure de l'oued Tigrirt, au Sud desquelles se trouve une pénéplaine large de 22 km. suivant mon itinéraire (N.E.-S.W.) ; les argiles donnent naissance à une vaste plaine. Les couches plongent légèrement vers le Sud, leur puissance est inconnue. Je n'ai trouvé de fossiles ni dans les grès, ni dans les argiles dont la partie supérieure représente, peut-être, le Crétacé moyen.

Les argiles sont surmontées en concordance par des argiles et des calcaires à Oursins et à Nautilus.

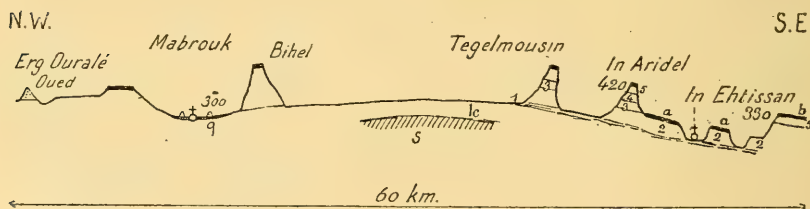


FIG. 5. — COUPE DE MABROUK A IN EHTISSAN.

S, Schistes cristallins ; Ic, Infracrétacé ; 1, Argiles violettes ; 2, Grès jaunâtres ; 3, Argiles et grès ; 4, Argiles blanches ; 5, Grès jaunes ; a, b, Formations latéritiques ; q, Quaternaire et dunes de la cuvette de Mabrouk. — Le trait épais indique la formation latéritique.

Un peu plus à l'Ouest, sur l'itinéraire de Gautier, l'Infracrétacé se montre au Nord de Tabankort. Au-dessous de ce Crétacé,

1. Tilemsi désigne les argiles sableuses ; Talak, les argiles compactes, les glaises. Ces deux noms se retrouvent souvent dans la toponymie saharienne.

Gautier a signalé, avec doute, des grès anciens. On trouve en effet, au Sud du Timétrin comme de l'Adrar, des grès durs qui rappellent ceux des tassili du Nord, mais on ne les trouve que dans de tout petits affleurements, souvent même seulement à l'état de galets. Je crois que ce sont des parties sursilicifiées des grès infracrétacés ; il n'y a pas de Dévonien.

CRÉTACÉ. — Le Crétacé est bien développé autour de In Ehtissan (fig. 5) ; il est formé à la base par des argiles sableuses plus ou moins violettes [1] bien visibles dans les puits de In Ehtissan. On les retrouve dans les grands oueds voisins dont les vallées, lorsqu'elles atteignent ce niveau, prennent une grande largeur. Au-dessus arrive un complément de grès, de sables et d'argiles bariolées. On trouve d'abord des grès jaunâtres [2], très visibles au Sud du poste ; ils forment un premier plateau (+ 25 à 30 m.) couvert de formations ferrugineuses [a]. Ils sont surmontés d'argiles et de grès tendres [3] contenant des plaquettes de grès ferrugineux et des lentilles de sables épaisses de 10 à 15 cm. Dans les sables, la stratification est souvent entrecroisée. Ce niveau, puissant de 10 m. est bien visible, au Nord du poste, à In Aridel et Tegelmousin.

Puis viennent des argiles blanches [4], épaisses de 40 m., et des grès jaunes ou rouges [5] bien visibles à In Aridel et à 4 km. au Sud du poste.

Des grès latéritiques [b] forment la table de ce second étage de plateau qui domine les vallées de 90 m.

Je n'ai pas trouvé de fossiles en place dans cet ensemble, mais dans les oueds on trouve des phosphorites à peine roulées qui paraissent contenir des débris osseux.

La gara Bihel, au Sud de Mabrouk, m'a paru avoir, au passage, la même constitution.

Ce Crétacé de In Ehtissan ressemble à celui de Bourem et du Tondibi ; sur la rive droite du Niger, un peu en amont de Gao, on trouve des formations analogues. Il est probablement l'équivalent des grès et argiles du Niger que l'on peut suivre de Niamey à Tahoua et qui représentent le Crétacé moyen.

Ces formations sont lagunaires plutôt que marines.

La région d'Asslar' donne une coupe plus intéressante (fig. 6). Au-dessus des argiles infracrétacées du Tilemsi, on trouve d'abord des grès tendres [1], jaunâtres, qui sont peut-être l'équivalent des couches de In Ehtissan. Ces grès se retrouvent à une vingtaine de kilomètres à l'Ouest d'Asslar'. Ils sont surmon-

tés par des lumachelles à *Ostrea* visibles en de nombreux points entre le Tilemsi et Asslar, et que l'on retrouve aussi à l'Ouest. Ces lumachelles forment deux bancs principaux séparés par des grès tendres blancs ou jaunes. Le banc supérieur est parfois surmonté de calcaires récifaux.

Viennent ensuite des grès assez durs [3], lustrés qui forment la base de la falaise à l'Ouest d'Asslar'.

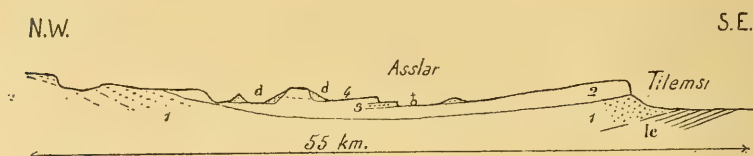


FIG. 6. — CRÉTACÉ D'ASSLAR'.

1c. Infracrétacé; 1, Grès tendres (Crétacé moyen); 2, Argiles et calcaires lacustres; 3, Grès; 4, Calcaires à Nautilus; d, Dunes.

A la partie supérieure de cette falaise apparaissent des marnes et des calcaires [4] à *Nautilus*, *Lucina*, Oursins, etc. qui forment la table d'un plateau assez étendu.

C'est le Crétacé supérieur¹.

Au Sud de l'Adrar des Iforás, le Crétacé reparaît à l'oued In Eseknam (fig. 7). La falaise qui limite au Sud la vallée de cet oued, montre à la base un banc calcaire avec débris de *Cardita*, peu visible sous les éboulis. Puis viennent des argiles jaunes

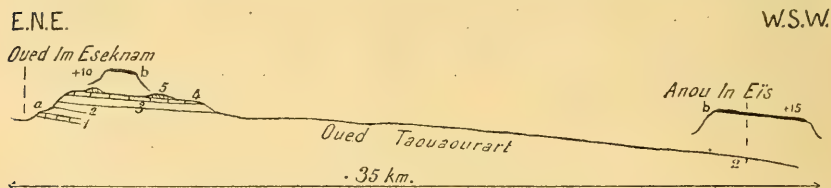


FIG. 7. — LE CRÉTACÉ AU SUD DE L'ADRAR DES IFORAS.

1, Calcaires à Cardites (a, masqué par les éboulis); 2, Argiles jaunes; 3, Argiles blanches à Oursins; 4, calcaires à Nautilus et grandes Lucines; 5, Calcaires récifaux; b, Formation latéritique.

qui reparaissent à In Eïs, surmontées d'argiles blanches à Oursins (*Hemiaster sudanensis* BATHER) qui se montrent en trois

1. Les roches signalées à Rezaf (B. S. G. F., (4), X, p. 325) sont bien certainement crétacées.

ou quatre points au Sud de la falaise dans de petites vallées. Au-dessus les calcaires à *Nautilus* et *Lucina* sont visibles sur de larges surfaces. Ces calcaires sont surmontés de lentilles de calcaires anfractueux, probablement récifaux¹.

A quelques kilomètres à l'Est des plateaux hauts de 15 à 20 m., couverts de débris latéritiques, reposent sur le calcaire à *Lucina* ; on les retrouve à Anou Ineïs et à Faz en Faz ; je n'ai pu y voir que des argiles, des grès et des calcaires plus ou moins transformés en produits ferrugineux.

Toutes ces couches plongent légèrement vers le Sud où elles disparaissent sous les argiles du Télémsi qui sont quaternaires et masquent le sol d'Argabech à Gao. Au delà du Niger on retrouve le Crétacé moyen².

La coupe de l'Adrar Tigrirt (*B. S. G. F.*, 1913, p. 176) est analogue à celles d'Asslar' et d'In Eseknam. On retrouve aussi les mêmes niveaux à Tabankort³.

Je n'insiste pas sur l'importance de la falaise crétacée qui contourne l'Adrar des Iforas ; Cortier l'a décrite avec soin et a bien montré son importance géographique.

On sait que le Crétacé forme une large auréole autour des terrains anciens du Sahara central. On y peut distinguer jusqu'à présent trois groupes principaux.

A la base, des formations lagunaires (grès et argiles du Tegama, grès à dragées, etc.), qui couvrent d'énormes surfaces. On n'y connaît comme fossiles que des bois silicifiés (Conifères) et des débris de Reptiles jusqu'à présent indéterminables. Leur âge reste encore mal défini.

Le Crétacé moyen, à fossiles marins, est connu dans le Tadmaït et le Tinr'ert ainsi qu'entre Asamaka et Tenekart, et vers Tamaïa. Dans le Damergou, on a recueilli des *Vascoceras*.

A l'Ouest de l'Adrar des Iforas, ces fossiles marins font défaut et le Crétacé moyen y semble représenté par des formations lagunaires.

Le Crétacé supérieur marin est plus répandu et on le trouve à l'Ouest de l'Adrar dans le bassin de Bamba et beaucoup plus au Nord. On le retrouve peut-être à Bilma (*Nælingia Monteili*).

1. C'est ce que les indigènes appellent « Terrecht ». Cortier (*Mission Cortier*, p. 196 et 40) en a montré la grande extension. Il semble que ces récifs se présentent à plusieurs niveaux.

2. Ce relèvement des couches à Gao et Bourem est en relation avec les schistes de Tosaye.

3. COMBEMOREL, *Bull. Com. Afr. fr.*, 1909, Supp., p. 20-29.

Il y aurait donc au Sahara central deux transgressions créta-cées, l'une à la base du Cénomanién, pénétrant jusqu'au voisinage de Zinder et rejoignent le golfe de Guinée ; l'autre, au Crétacé supérieur, s'étendant davantage vers l'Ouest jusque dans le bassin de Bamba et le tanezrouft d'Ouallen.

QUATERNAIRE. — Dans la région étudiée, les formations quaternaires sont très développées.

Il y a beaucoup de dunes ; elles forment le plus souvent de très longues traînées que l'on peut suivre pendant des centaines de kilomètres et qui sont pour la plupart allongées parallèlement au vent dominant. Les dunes perpendiculaires au vent, qui sont la règle sur notre littoral, paraissent une rare exception au Sahara ; les barkanes, où l'on a voulu voir la forme théorique et typique de la dune semblent être une forme accidentelle dont l'origine est encore obscure.

Dans le Sud, les dunes sont mortes ; les dunes vives ne commencent qu'au Nord d'une ligne jalonnée par In Ehtissan et El Moktar.

Bien que les dunes orientées soient de beaucoup les plus fréquentes, il existe une série de dunes non orientées, à structure confuse, qui forment au Nord du Niger une bande, large d'une trentaine de kilomètres vers Tombouctou et qui à l'Est de la ligne Anechay-In Ehtissan couvre la majeure partie des pays Kounta (Bassin de Bamba)¹.

Mentionnons encore la grande rareté des dunes dans la partie orientale du Djouf qui forme cependant une dépression marquée. Cette rareté est probablement en rapport avec l'absence de fleuves importants ; il y avait peu d'alluvions à remanier.

Je n'insiste pas sur ce point, d'ordre plutôt géographique.

Les salines de Taoudenni sont un simple chott. Elles ont déjà été décrites².

Les alluvions anciennes méritent un peu plus de détail.

A 500 m. en amont du puits, l'oued El Gattara présente pendant 1 km. une succession de rapides amenant une dénivellation de 3 à 4 m. Les formations quaternaires y sont développées. On y observe (fig. 8) :

1. MISSION CORTIER, p. 201 et suiv.

2. NIEGER, *Bull. Comité Afr. fr.*, 1907, S, p. 173 ; *La Géographie*, 1907, XVI.
— MISSION CORTIER, 1914, p. 137.

1. Tufs anciens à 5 m. au-dessus de l'oued ; ces tufs contiennent de grands Mollusques (Planorbes et surtout Mélanies) ; ils couvrent d'assez grandes surfaces sur les rives de l'oued et de ses petits affluents.

2. Argiles grises commençant au niveau de l'oued ; elles contiennent une petite faune assez riche (Hélix, Planorbes, Physes, Lymnées) ; les *Melania* y sont peu abondants et de petites tailles. Quelques veinules de lignites sont intercalées dans ces argiles ; j'y ai trouvé aussi une pointe de flèche, peut-être en place.

3. Tufs calcaires, 1 m. 20 au-dessus de l'oued, reposant sur les argiles. Grandes formes comme dans 1.

Les blocs de calcaire carbonifère qui affleurent dans les rapides sont couverts de concrétions calcaires.

Ces rapides expliquent le puits d'El Gattara (— 4 m.) ; à leur pied, le lit profondément affouillé a pu être rempli d'une couche d'alluvions assez épaisse pour permettre l'accumulation de l'eau.

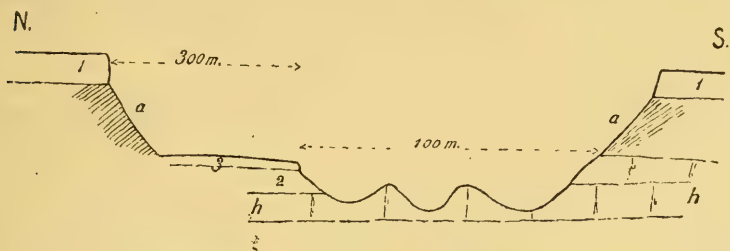


FIG. 8. — EL GATTARA (500 m. en amont du puits).

1, Tufs anciens ; 2, Argiles grises ; 3, Tufs ; h, Calcaire carbonifère ; a, Pente couverte d'éboulis.

Dans l'oued Telik, au voisinage du puits, on trouve des formations analogues aux argiles grises n° 2, reposant sur les argiles lie-de-vin gypsifères de l'Infracrétacé. Un peu au Sud du puits, auprès d'un plateau, ces argiles, épaisses de 1 m. 50, sont dans leur partie supérieure durcies par des imprégnations calcaires qui forment des concrétions surtout autour de racines ; ce point a toujours été sur le bord de l'oued.

Au Nord des puits, en amont de la gorge de Telik, entre les argiles infracrétacées et les argiles grises quaternaires, s'intercale une couche gypso-calcaire qui couvre une large surface, et déborde au loin les argiles à Mollusques ; elle est probablement la trace d'un chott.

Des formations semblables se trouvent en un grand nombre d'autres points. Entre Taoudenni et El Gattara il y a lieu de

signaler encore de grands bas-fonds argileux, des gaad, qui semblent desséchés depuis peu de temps. Celui de l'oued Dassa mesure 12 km. du S.E. au N.W. avec une largeur de 2-3 km.; les Mollusques dominants sont des Corbicules.

Celui de Kessert Gani semble avoir une quinzaine de kilomètres dans tous les sens. J'y ai trouvé des débris de Crocodiles (dents et plaques dermiques). L'un de nos guides, Denna, âgé d'une soixantaine d'années, affirme que, dans son enfance, il existait au S.W. de ce gaad une mare avec des Poissons. L'aspect du pays n'y contredit pas; il existe encore au voisinage du point signalé de nombreux Tamarix très verts indiquant que l'eau n'est pas loin, et la surface du gaad est crevassée comme celle d'un marais à sec; il semble qu'un assez petit nombre d'années doivent suffire aux apports éoliens pour combler ces crevasses qui sont encore vides.

Ces marais sont certainement beaucoup moins anciens que la sebkha de l'oued Botha par exemple où le vent a eu le temps d'enlever tous les matériaux meubles laissant sur la roche uniquement les gros graviers et les galets.

La faune malacologique de ces deux gaad est assez pauvre; les alluvions des petits oueds qui y débouchent sont au contraire extrêmement riches en Gastropodes.

Ils semblent en relation avec les argiles infracrétacées.

Entre le R'nachich et In Echaïe, les dépôts quaternaires avec Mollusques sont fréquents; quelques-uns correspondent à de petits oueds, la plupart semblent être des dépôts de mares. Un seul mérite une mention spéciale pour son étendue; il est bien visible au Nord de l'Erg Tagibé sous lequel il disparaît; je l'ai vu en deux points, à Ech Chaïf Lakhah (c'est un groupe de tombes) et à 5 ou 6 km. plus à l'Ouest sur l'itinéraire du retour. On y observe des sables argileux et des bancs calcaires avec Physes, Planorbes et *Limicolaria*. Ce dernier genre disparaît à quelques kilomètres au Nord (vers 21°4).

L'intérêt de ce Quaternaire de l'Erg Tagibé est qu'il est dans la partie la moins élevée du plateau et qu'il appartient probablement à la vallée de l'oued Tamanracet qui prend sa source dans l'Ahaggar à 1000 km. à l'Est. On l'a suivi jusqu'au voisinage de Tagnout; de ce puits à Ech Chaïf Lakhah (200 km.), son cours est inconnu; cependant en décembre 1913, en poursuivant un rezzou, le lieutenant Richard a rencontré, à 150 km. environ au N. d'Achourat la vallée d'un grand oued.

Dans la daya d'In Echaïe (10 km. de diamètre), le Quaternaire a une dizaine de mètres de puissance au moins; il est surtout

constitué par des argiles blanches pulvérulentes, le « tir » des maures avec des bancs calcaires. La faune malacologique y est très riche et il y a lieu de mentionner le genre *Helix*¹ qui semble y atteindre sa limite sud dans cette région (20°4). D'après les guides, In Echaïe est un bassin fermé ; il est certainement à une altitude très basse (270 m.) qui semble confirmer cette indication. Toutefois le Quaternaire y a été très attaqué par l'érosion et forme à l'Est du puits un plateau haut de 8 m. ; d'autres traces de berges sont visibles, qui ne peuvent guère s'expliquer que par des épisodes fluviaux.

Des dépôts quaternaires importants, analogues à ceux d'In Echaïe, se rencontrent encore à Asslar'.

En plus de ces dépôts il y a lieu de noter que dans l'Azaouad, les Mollusques sont communs dans tous les oueds. Tous les itinéraires mentionnent leur fréquence.

Autour d'Araouan, leur répartition sur le sol semble indiquer qu'autrefois de nombreux marigots et de nombreuses mares couvraient le sol ; l'hydrographie du pays aurait été analogue à celle que l'on observe autour du lac Debo, où le Niger présente des bras nombreux (delta intérieur du Niger). Certaines parties de la Sologne, au sol d'argile et de sable, présentent encore un aspect analogue.

A cette abondance de Mollusques subfossiles dans l'Azaoud et les régions voisines, fait contraste leur absence à l'Est ; d'Asslar à Kidal et Gao (480 km.), je n'en ai pas vu un seul bien que le pays soit encore maintenant relativement humide.

ROCHES ÉRUPTIVES. — Entre El Gattara et Taoudenni, les roches éruptives récentes jouent un rôle considérable. Les roches, toutes de la même famille, sont une labradorite andésitique passant parfois à la diorite.

J'ai noté, au voisinage de mon itinéraire, trois centres principaux d'éruption. Le plus à l'Ouest est à mi-chemin de Telik et de Taoudenni, près des têtes de l'oued Lagueilat ; je n'ai pas pu savoir son nom. Le second est à Telik même, à 1 km. à l'Ouest des puits (Guelb Zegrara). Le troisième est à moitié route de Telik à El Gattara (Guelb Niémelou). Je n'ai pu les voir qu'en passant et ils m'ont paru former des dômes entourés de dykes rayonnants s'étendant au loin. Cette structure avait frappé les indigènes qui ont comparé le troisième à une fourmilière et les dykes aux chemins qui y conduisent (Nemel = fourmi).

1. C'est le sous-genre *Jacosta*.

Les coulées sont peu développées et je n'ai pas vu de cinérites, ni de bombes.

Les dykes traversent le Carbonifère et l'Infracrétacé qui sont métamorphisés sur une faible épaisseur.

Les eaux des puits de Telik et de Taoudenni sont peut-être légèrement thermales. Voici les températures observées (janvier 1914) : El Gattara, puits — 4 m., température de l'eau 26°3 ; températures extrêmes de l'air + 6°5 et + 28° ; Telik, puits — 2,50, température de l'eau 27°6 ; température de l'air 10°5 et 28°3 ; Taoudenni, puits — 6 m., température de l'eau 27, température de l'air 9° et 29°. Le minimum observé dans cette région, le 30 décembre 1913 est + 3°2 ; la température moyenne du Djouf, en janvier 1914, a été voisine de + 15°.

L'eau des puits profonds d'Arouan (— 60 m.) et d'El Moktar (— 40 m.) est à 28° qui doit dépasser de 1° environ la moyenne annuelle de la région d'Araouan.

Il est difficile de dater ces éruptions ; elles sont nettement post infracrétacées, mais certainement beaucoup plus jeunes.

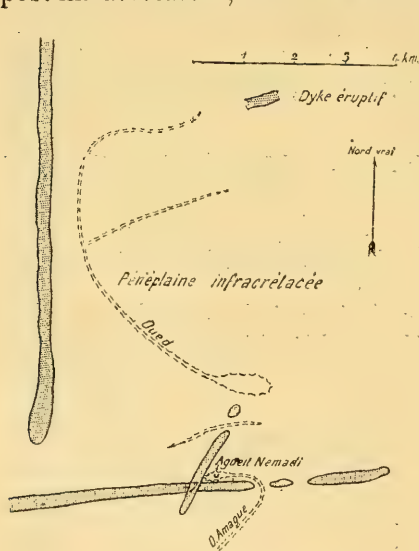


FIG. 9. — TERMINAISON DE L'OUÉD AMAGUE
A AGUELT NEMADI.

L'étroit plateau de Telik semble être soutenu par un dyke de labradorite que l'on voit affleurer aux deux extrémités. En un point, auprès de l'ancien poste, ce dyke se montre à 65 m. au-dessus de l'oued. Cette profondeur de l'érosion nous reporte au delà du Quaternaire, peut-être au Miocène supérieur. Mais il s'agit peut-être d'une simple apophyse du dyke que l'on voit au-dessous du poste (fig. 3). Dans tous les autres points que j'ai vus, les dykes ne sont entaillés par l'érosion que sur 10 à 15 m.

D'autre part, l'incohérence du réseau hydrographique semble indiquer des remaniements récents du relief.

L'oued Amague¹, après un cours de 50 km., vient buter à

1. Dans l'oued Amague et ses affluents, l'asbeste est commune ; je ne sais d'où elle provient.

Agueilt Nemadi dans l'angle de deux dykes qui se coupent (fig. 9). A moins de 1 km. au Nord, un autre oued traverse une des coulées ; quelques cent mètres plus loin, un troisième oued vient mourir dans un bas-fond. Entre ces trois oueds il n'y a aucun relief, aucune roche dure. Même au Sahara, la capture devrait être assez rapide.

C'est cet exemple que j'ai le mieux vu, mais presque tous les oueds de la région présentent des faits analogues ; ils se terminent dans des bas-fonds et malgré leur proximité sont sans lien entre eux. La pente moyenne du pays n'est cependant pas négligeable ; d'El Gattara à Taoudenni (120 km.), la différence d'altitude est d'une centaine de mètres.

Au groupe volcanique de Taoudenni est probablement liée la longue falaise du R'nachich ; la partie orientale du Djouf est une fosse d'effondrement qu'elle limite au Sud ¹. L'érosion a sans doute fait reculer un peu la falaise, mais ne peut expliquer son origine ; il n'y a, dans le Djouf oriental, aucune rivière importante. La faille doit se trouver entre Lakhber et le R'nachich (fig. 2).

Si vraiment l'oued Tamanrace a bien le cours que j'ai indiqué à propos du Quaternaire, ce serait encore une preuve de la jeunesse relative des accidents tectoniques qui ont donné naissance au Djouf. Ce grand fleuve passe à une centaine de kilomètres seulement au Sud du R'nachich ; ses petits affluents, nés dans les Erouakim, en sont à une quarantaine de kilomètres.

Les phénomènes volcaniques de Taoudenni auraient eu une existence assez longue.

Le volcan saharien le plus proche de Taoudenni est, jusqu'à présent, In Zize qui en est distant de 750 km. Les roches d'In Zize sont des rhyolithes. Ni à Taoudenni, ni à In Zize, on ne connaît de roches alcalines.

TECTONIQUE. — Dans les pays plats d'architecture tabulaire, la tectonique est assez difficile à élucider en l'absence de cartes détaillées et d'altitudes précises.

J'ai déjà indiqué antérieurement que depuis Zinder, le Crétacé du Soudan formait un synclinal peu marqué dont les parties basses se trouvent au voisinage du méridien de Gao (*B. S. G. F.*, 4, XIII, 1913, p. 176).

1. Un tremblement de terre a été signalé à Tombouctou, dans la nuit du 8 au 9 novembre 1905, vers 2 heures du matin. Les secousses N.-S. ont duré 4 ou 5 secondes ; pour les indigènes un peu âgés, ce phénomène n'a pas été une nouveauté. R. P. COURTEILLE, *Annuaire Société météorologique de France*, 1906, t. LIV, p. 105.

Un chapelet d'anticlinaux forme un accident mieux marqué ; il ramène au jour les schistes cristallins du Timétrin, d'El Hadjeirat et du Tadrart; son axe est sensiblement E.N.E.-W.S.W.

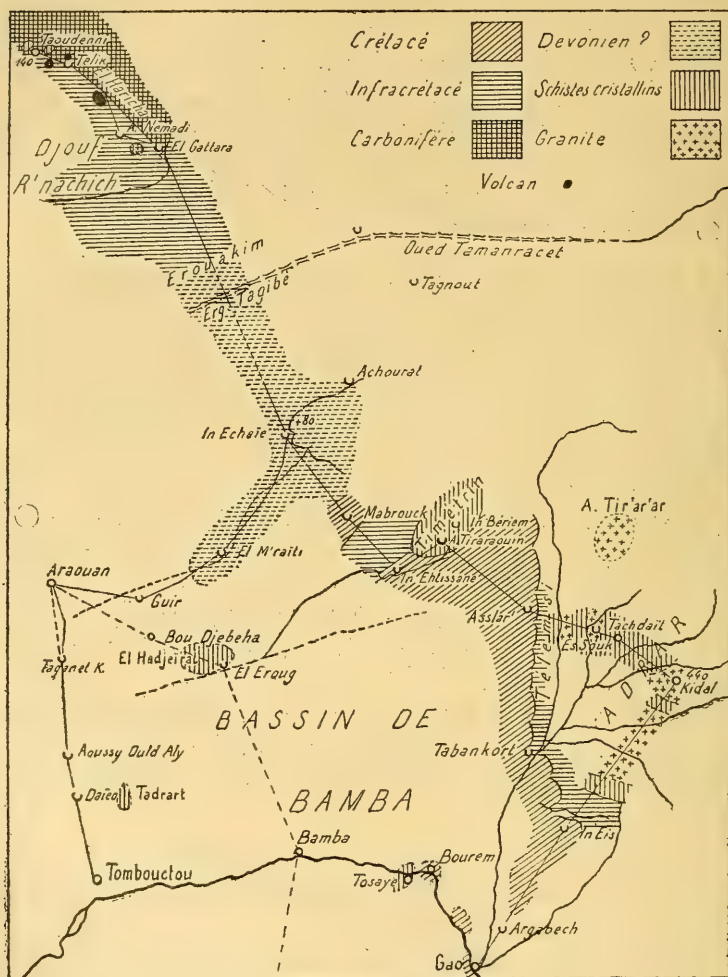


FIG. 10. — ESQUISSE GÉOLOGIQUE DU SAHARA AU N. DE TOMBOUCTOU. — 1/6000 000.

Il marque la limite du bassin de Bamba, où le Crétacé forme une demi-cuvette synclinale entre le Timétrin et le Télémsi.

J'ai indiqué antérieurement (Sahara Soudanais, 1909, p. 11), d'après Mussel, que le calcaire carbonifère de la hamada El Ha-

richa reposait sur les schistes anciens, sans interposition de Devonien. Le même fait semble exister plus au Nord.

Les explorations récentes des méharistes algériens dans l'Ouest de la Saoura¹, ont montré que l'Erg Chach et l'Erg Igidi reposent sur les schistes ; le massif montagneux qui les sépare est formé de granites (El Eglab), de schistes et de quartzites (Mecherrah, Aftout). Entre l'Igidi et l'oued Draa on retrouve le Carbonifère en couches horizontales ; on le retrouve encore à Oum El Gueddoum (S.W. de l'Igidi), à Boubout (Menakeb) ainsi qu'à 40 km. au Sud de ce puits (lieutenant Nivelles) ; il est également connu dans l'Est du Chach, à Rezegallah, où il est horizontal (E.-F. Gautier).

Les grès devoniens, en couches inclinées, parfois minéralisées (cuivre), forment entre la Saoura et l'Igidi trois chaînes parallèles N.W.-S.E., qui commencent au voisinage de Touat (djebel Heïran) et ont été suivies jusqu'à la Daïa Daoura, aux confins du Maroc. De ces trois chaînes (chaîne d'Ougarta, Kahal de Tabelbala et djebel bent Touadjin), la première est la mieux connue ; E.-F. Gautier y signale un pygidium d'*Homalonotus* et des *Clymenia* (Sahara Algérien, 1908, p. 180 et suiv.). A l'Est de ces chaînes, le Carbonifère (djebel Béchar, etc.) est plissé ; il est horizontal à l'Ouest.

Ces chaînes forment donc la limite des plissements hercyniens, à l'Ouest desquels, sur une grande surface, le Carbonifère repose en transgression sur les Schistes cristallins.

On sait que du Niger à l'Aïr, les isogones magnétiques présentent une forte inflexion vers l'Est. La carte de Villatte met bien ce fait en évidence ; les observations de la mission du chemin de fer transafricain (1912) l'ont largement confirmé². Le Service géographique de l'Afrique occidentale a observé aussi des anomalies au Sud de l'Adrar des Iforas.

En 1913-1914, dans la région volcanique de Taoudenni, j'ai noté

1. FLYE SAINTÉ-MARIE. Dans l'Ouest de la Saoura, *Bull. Com. Afr. fr.*, 1905, XV. — MUSSEL. Observations géologiques faites du Touat à Taoudéni, *Bull. Com. Afr. fr.*, 1907, XVII. — CANCEL. Dans les Ergs El Atimin et Igidi, *Bull. Com. Afr. fr.*, 1911, XXI. — MARTIN. Reconnaissance de la région S. et W. de l'Erg Igidi *Bull. Soc. Géogr. d'Alg.*, 1913, XVIII ; Reconnaissance dans la région Tinjoub-Tinfichi, *Bull. Soc. Géogr. d'Alg.*, 1914, XIX.

2. VILLATTE. Contribution à l'étude du magnétisme terrestre dans le Sahara. *La Géographie*, 1912, XXV, p. 179-184. — NIEGER. Résultats scientifiques de la mission du Transafricain, *La Géographie*, 1914, XXIX, p. 73-113.

des perturbations fort nettes, comme il fallait s'y attendre. Il m'a semblé aussi qu'entre In Echaïe et El Gattara, la déclinaison variait rapidement ; je n'ai pu faire que des mesures grossières. Il est probable que la zone d'accidents tectoniques que j'ai signalée entre le Niger et l'Aïr (*B. S. G. F.*, 1913, p. 181) se prolonge vers l'Ouest dans le Nord de l'Azaouad, toujours en relation avec des anomalies magnétiques.

AVIS

Le **Compte Rendu des Séances** n'est pas réimprimé dans le **Bulletin** proprement dit.

Le **Compte Rendu sommaire des Séances** comprend les présentations d'ouvrages, analyses, résumés très courts et observations aux diverses communications, faits en séance ou adressés par la poste.

Le **Bulletin** ne renferme que les notes et mémoires détaillés, présentés en séance.

En conséquence les **Cahiers des Comptes Rendus sommaires des séances** doivent être conservés. Ils peuvent être, en fin d'année, reliés à part ou avec les fascicules du Bulletin. Des tables sont fournies à cet effet.

Les comptes rendus sommaires paraissent, en général, dans les quinze jours qui suivent la séance.

Deux pages au maximum sont accordées aux *notes originales*.

Une demi-page (petit texte) est accordée aux *observations* ou *rectifications* à une communication quelconque.

Un tiers de page est accordé pour les *présentations d'ouvrages imprimés*.

Ces limites comprennent les titres et les notes infrapaginales.

La page est de 42 lignes d'environ 60 lettres chacune. Les intervalles entre les mots et les signes comptent comme une lettre.

Les auteurs doivent déposer, à l'issue de la séance, les notes manuscrites concernant leurs communications pour le compte rendu sommaire. Les membres qui ont pris part à des discussions verbales en cours de séance et qui désirent qu'il en soit fait mention **sont invités à rédiger ces observations et à les remettre au secrétaire, autant que possible séance tenante.**

Le Secrétariat *ne garantit*, dans aucun cas, la publication *littérale* et *in extenso* des notes remises. Les auteurs peuvent indiquer les passages de leurs communications pouvant être supprimés sans inconvénient en cas de nécessité. *Il est toujours préférable de ne remettre que des résumés très concis.*

Les notes et mémoires étant mis en composition aussitôt leur dépôt, *les auteurs ont donc tout intérêt à remettre leurs manuscrits complets au moment même où ils font leurs communications orales ou écrites. L'impression de tout manuscrit insuffisamment lisible ou incomplet est ajournée et le manuscrit renvoyé à son auteur.*

TABLE DES MATIÈRES (TOME XV, FASCICULE 1-2).

Pages

Général de Lamothe. — Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence (<i>pl. I</i>).....	3
J. Bergeron. — Soufre natif dans les calcaires carbonifères (petit granit) de Soignies (Belgique).....	90
A. Chudeau. — Excursion géologique au Nord et à l'Est de Tombouctou (<i>à suivre</i>).....	95

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

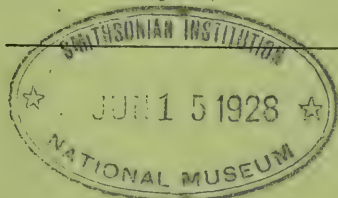
QUATRIÈME SÉRIE

TOME QUINZIÈME

FASCICULE 3-4

Feuilles 7-13. — Planche II

Avec 13 figures, dans le texte



PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, rue Serpente, VI

1915

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation¹ et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

ART. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

ART. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1^{er} et le 3^e lundi du mois).

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

ART. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

ART. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

ART. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

ART. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

ART. 73. — Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée; 2^o une cotisation annuelle².

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (400 francs).

Sont Membres à Perpétuité les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : 1000 francs).

1. Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent s'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.

LA TECTONIQUE DU MASSIF DE LA SAINTE-BAUME

PAR **Émile Haug** ¹.

PLANCHE II.

On désigne généralement sous le nom de *chaîne de la Sainte-Baume* une crête dissymétrique, presque rectiligne, qui s'étend, sur une longueur d'environ 12 km., avec une direction W. S. W.-E. N. E., du pic de Bretagne au pic de Saint-Cassien. Son front nord forme une falaise abrupte, au pied de laquelle se trouve la célèbre forêt et l'ancien couvent de la Sainte-Baume. Il domine le plateau du Plan-d'Aups, qui, à son tour, est limité au Nord par un escarpement. Le flanc méridional de la chaîne descend, par contre, en pente douce vers le Sud. La crête forme le centre d'un massif assez étendu, qui comprend des chaînons d'altitude et d'orientation variées et qui peut être désigné sous la dénomination de *massif de la Sainte-Baume*. Ses limites naturelles sont, au Sud, le cours supérieur du Gapeau, les plaines de Signes et de Chibron, le vallon de Croquefigue, la plaine de Cuges et le col de l'Ange ; à l'Ouest, la plaine de Gémenos et la moyenne vallée de l'Huveaune ; au Nord, la haute vallée de l'Huveaune, moins la région des sources, le col de la Sambuc et la plaine de Rougiers ; à l'Est, le vallon de Saint-Julien, le col de Mompenti, la dépression de Roquebrussanne et le vallon de Méounes. Toutefois, je n'ai étudié, dans le présent mémoire, que la partie du massif située sur les feuilles d'Aix et de Marseille de la carte au 1/80 000, réservant pour un travail ultérieur la description détaillée de la partie beaucoup moins importante située sur les feuilles de Draguignan et de Toulon. Un quart environ de la région ainsi délimitée fait partie du département des Bouches-du-Rhône (communes d'Auriol, Roquevaire, Gémenos, Cuges), tout le reste appartient au département du Var (communes de Nans, Saint-Zacharie, Plan-d'Aups, Riboux, Signes, Mazaugues).

La géologie du massif de la Sainte-Baume, si l'on fait abstraction d'un travail déjà ancien de Coquand (1) ², a été surtout étu-

1. Note présentée dans la séance du 21 juin 1915.

2. Les numéros entre parenthèses renvoient à la Bibliographie placée à la fin de l'Introduction.

diée par Marcel Bertrand, qui lui a consacré deux notes (2, 3), reproduites presque textuellement, bien qu'avec quelques compléments, dans son mémoire posthume (6), tandis que le Livret-Guide, publié à l'occasion du 7^e Congrès géologique international (11), renferme de nombreuses observations qui ne figurent pas dans ces premiers travaux et une nouvelle interprétation, très sommairement exposée, de la tectonique du massif. C'est également à Marcel Bertrand que sont dus les levés géologiques de la partie du massif située sur la feuille de Marseille, alors que la partie qui se trouve sur la feuille d'Aix avait été antérieurement levée par M. Louis Collot. Je tiens à rendre hommage ici à l'exactitude avec laquelle mon excellent collègue de l'Université de Dijon a figuré sur cette feuille les lambeaux de recouvrement des environs d'Auriol et de Saint-Zacharie.

Dès 1910, mon regretté maître M. Michel-Lévy, qui m'avait confié, plusieurs années auparavant, la revision de la feuille de Toulon de la Carte géologique au 1/80 000, avait pris la décision de me charger également de la revision des parties attenantes des feuilles de Draguignan, d'Aix et de Marseille, m'autorisant à étendre mes recherches à tout le massif de la Sainte-Baume. Je reconnus bientôt la nécessité de ne pas me borner à une revision de la première édition et d'entreprendre des levés nouveaux, aussi détaillés que possible.

Le Service de la Carte géologique ayant été autorisé en 1913 par le Ministre des Travaux publics à publier, à titre d'essai, un certain nombre de feuilles géologiques au 1/50 000, basées sur la nouvelle Carte de France à cette échelle, dressée par le Service géographique de l'Armée, M. Termier voulut bien me confier la tâche extrêmement intéressante de continuer, sur cette nouvelle base topographique, mes levés dans le massif de la Sainte-Baume, commencés sur l'ancien 50 000^e en hachures. Je tiens à exprimer ici toute ma reconnaissance à l'éminent directeur du Service de la Carte géologique pour l'intérêt qu'il n'a cessé de témoigner à mes études dans la Sainte-Baume. Il a bien voulu en particulier m'autoriser à publier dans les *Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique* le résultat de mes recherches. La présente note n'est qu'une première ébauche de ce travail.

Pour la partie du massif de la Sainte-Baume située sur la feuille d'Aubagne de la nouvelle Carte de France, j'ai eu à ma disposition, dès le début de 1913, une épreuve avant la lettre de cette feuille, que j'ai fait agrandir par la photographie au 1/25 000. Grâce à l'obligeance de M. le général Bourgeois, direc-

teur du Service géographique de l'Armée, que je prie de vouloir bien agréer mes plus vifs remerciements, j'ai eu en outre la chance exceptionnelle de pouvoir me servir, pour la partie du massif située sur la feuille de Cuers, des levés originaux au 1/10 000. J'ai pu me rendre compte à l'usage de la valeur inestimable que ce nouvel instrument de travail présente pour le géologue.

J'ai consacré tous les ans, depuis 1911, concurremment avec mes levers dans les environs de Toulon et d'Antibes, un nombre toujours croissant de tournées à l'étude détaillée du massif de la Sainte-Baume. J'ai eu le plaisir d'être accompagné dans quelques-unes de mes campagnes par plusieurs de mes plus dévoués collaborateurs du Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, M. A. Lanquine, M. Léon Lutaud et M^{lle} Juliette Pfender, licenciés ès sciences naturelles. Je leur dois mainte observation nouvelle, mainte suggestion utile. J'ai eu, cette année même, l'heureux privilège de pouvoir soumettre à mon collègue et ami M. W. Kilian, dans une course commune, quelques-uns des points les plus controversés de la région et j'ai eu la grande satisfaction de le voir souscrire entièrement à mes conclusions.

J'ai publié, depuis 1911, dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* (14, 16, 19, 23, 24, 27, 31) et dans le *Bulletin de la Carte géologique* (17, 21, 32), une série de notes préliminaires, relatant mes principales observations. Le présent travail en est le développement. Il contient encore d'assez nombreuses lacunes. J'aurais peut-être attendu pour le publier des temps moins troublés, si le dernier fascicule de notre *Bulletin*, paru en mars 1915, ne renfermait une note de M. J. Repelin (34), d'une forme tout à fait insolite, destinée à mettre en évidence les points sur lesquels les observations de notre confrère de Marseille dans la région provençale sont en désaccord avec les miennes. Si les divergences avaient porté uniquement sur des questions d'interprétation, je me serais abstenu de poursuivre une discussion sans grand intérêt pour le lecteur ; mais, comme elles sont relatives surtout à des questions de fait et que M. Repelin a consacré, lui aussi, pendant plusieurs années, un certain nombre de tournées à l'étude du massif de la Sainte-Baume, je crois devoir discuter ici les points en litige, afin de n'avoir pas à y revenir plus tard dans le mémoire plus développé que je me propose de publier. J'aurai aussi à tenir compte, dans le présent travail, de quelques publications antérieures de M. Repelin (12, 13, 15, 18, 20, 22, 25, 26, 28, 29, 33).

Pour ce qui est de l'interprétation tectonique de la Basse-Provence en général et du massif de la Sainte-Baume en parti-

culier, je rappellerai qu'au début Marcel Bertrand (3) n'attribuait aux plis couchés et aux recouvrements qu'une amplitude médiocre et qu'il expliquait par des « plis sinueux » les anomalies de la distribution des terrains sur le pourtour des massifs en place, et c'est cette interprétation qu'il appliquait à la Sainte-Baume. Mais, dès 1888, ses premières études dans le massif d'Allauch lui faisaient entrevoir déjà l'explication qu'il devait appliquer dix ans plus tard à toute la Provence, l'hypothèse d'une grande nappe charriée par-dessus les terrains en place, ensuite déformée par des plissements ultérieurs et partiellement enlevée par dénudation. Il devait hésiter longtemps entre les deux hypothèses (9), et c'est seulement dans ses derniers travaux (10, 11) qu'il se prononçait sans réserve en faveur de la seconde¹, tandis que M. Fournier poussait la théorie des plis sinueux jusqu'à ses plus extrêmes conséquences (8, 8 bis).

Lors de mes premières recherches dans la Sainte-Baume, je croyais avoir trouvé (19) de nouveaux arguments en faveur de la présence d'un pli sinueux contournant l'extrémité occidentale de la chaîne, mais j'ai acquis depuis la certitude de l'existence d'une grande nappe, divisée en nappes secondaires (32). M. Repelin, au moins en ce qui concerne la région de Salernes, est resté, par contre, fidèle à la conception des plis sinueux (26, 34). Les conclusions du présent mémoire montreront qui de nous deux est le plus près des vues exprimées par Marcel Bertrand dans ses dernières publications.

Bibliographie.

1. — H. COQUAND. Description géologique du massif de la Sainte-Baume (Provence). 1 br. in-8°, 114 p., 13 fig. Marseille, 1864 (tirage à part sans indication du périodique).

1. J'ai été étonné de trouver sous la plume d'un historien de la Géologie aussi informé que l'est M. Emmanuel de Margerie la phrase suivante (La Science française, t. I, p. 238), écrite à propos des derniers travaux de Marcel Bertrand sur la Provence : « Ce maître génial de la Tectonique meurt avant d'asseoir définitivement ses convictions, mais non sans avoir enrichi la Géologie provençale d'une multitude de données inédites, dont ses successeurs n'ont pas encore épuisé l'application ». Le titre seul du mémoire de 1899 (10) montre que la conviction de Marcel Bertrand, en ce qui concerne l'existence de « la grande nappe de recouvrement de la Basse-Provence », était certainement assise d'une manière définitive. Le texte de ce mémoire et celui du *Livret-Guide* (11) ne laissent subsister aucun doute à ce sujet. Quant aux « données inédites, dont ses successeurs n'ont pas encore épuisé l'application », je tiens à faire remarquer que ni mes collaborateurs ni moi n'avons trouvé dans les archives du Service de la Carte géologique le moindre tracé de contours, la moindre note de carnet émanant de Marcel Bertrand. Nous n'avons travaillé sur aucune donnée inédite.

- . — Marcel BERTRAND. Coupes de la chaîne de la Sainte-Beaume (Provence). *B. S. G. F.*, 3^e sér., XIII, p. 115-130, 8 fig., pl. VI et VII, 1885.
3. — Id. Nouvelles études sur la chaîne de la Sainte-Beaume. Allure sinueuse des plis de la Provence. *Ibid.*, 3^e sér., XVI, p. 748-778, 12 fig., pl. XXVI et XXVII, 1888.
4. — COLLOT. Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse-Provence. *Ibid.*, 3^e sér., XVIII, p. 49-102, 4 fig., 1890; XIX, p. 39-92, 7 fig., pl. VI, 1891.
5. — Ph. ZURCHER. Note sur la continuation de la chaîne de la Sainte-Beaume (feuille de Draguignan). *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, II, n° 18, p. 321-335, 4 pl., 1890.
6. — Marcel BERTRAND. Mémoire sur les refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre et sur le rôle des déplacements horizontaux. *Mém. Acad. Sc.*, L, 261 p., 130 fig., 1 pl. Déposé en 1890, publié en 1908.
7. — Id. Le massif d'Allauch. *Ibid.*, III, n° 24, p. 283-333, 27 fig., 2 pl. 1891.
8. — E. FOURNIER. Le pli de la Sainte-Beaume et son raccord avec le pli périphérique d'Allauch. *B. S. G. F.*, 3^e sér., XXIV, p. 663-708, 57 fig., pl. XXIV, 1897.
- 8 bis. — Id. La tectonique de la Basse-Provence. *Feuille des Jeunes Natur.*, 1897, 23 p., fig.
9. — Marcel BERTRAND. La Basse-Provence. Relief et lignes directrices. Les massifs montagneux et les vallées. *Annales de Géogr.*, VI, p. 212-229, pl. VI, 1897; VII, p. 14-33, pl. I, 1898.
10. — Id. La grande nappe de recouvrement de la Basse-Provence. *Bull. Serv. Carte Géol.*, X, n° 68, p. 397-467, 42 fig., 3 pl., 1899.
11. — Id. La Basse-Provence. *Livret-Guide. VIII^e Congr. géol. intern.*, p. 7-44, 33 fig., 1 pl., 1900.
12. — J. REPELIN. Monographie de la faune saumâtre du Campanien inférieur du Sud-Est de la France (zone du Plan d'Aups). 1 br. in-4°, 87 p., 2 fig.; 12 pl. Marseille, 1906-1907 (tirage à part sans indication du périodique).
13. — Id. Revision des feuilles de Marseille et d'Aix au 80 000^e. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, XXI, n° 128, p. 142-143, 1911.
14. — Émile HAUG. Sur la fenêtre de Méounes et de Garéoult (Var). *C. R. Ac. Sc.*, CLIII, p. 1186-1188, 4 déc. 1911.
15. — J. REPELIN. Nouvelles observations sur la nappe de recouvrement de la Sainte-Beaume. *Ibid.*, CLIII, p. 1534-1533, 26 déc. 1911.
16. — Émile HAUG et Léon BERTRAND. Sur l'existence d'une grande nappe de charriage dans le Nord du département du Var. *Ibid.*, CLIV, p. 147-150, 1 fig., 15 janv. 1912.
17. — Émile HAUG. Revision des feuilles de Toulon, Draguignan, Aix et Marseille au 80 000^e. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, XXI, n° 132, p. 522-531, 1912.
18. — J. REPELIN. Revision des feuilles de Marseille et d'Aix. *Ibid.*, XXI, n° 132, p. 562-563, 1912.
19. — Émile HAUG. Sur la terminaison occidentale de la Sainte-Beaume. *C. R. Ac. Sc.*, CLVI, p. 1864-1866, 16 juin 1913.
20. — J. REPELIN. Sur l'existence de la nappe de recouvrement de la Sainte-Beaume. *Ibid.*, CLVII, p. 159-162, 15 juillet 1913.

21. — Émile HAUG. Revision des feuilles de Toulon, Draguignan, Aix et Marseille au 80 000^e. *Bull. Serv. Carte Géol.*, XXII, n° 133, p. 165-174, 2 fig., 1913.
22. — J. REPELIN. Revision des feuilles de Marseille et d'Aix. *Ibid.*, XXII, n° 133, p. 199-200, 1913.
23. — Émile HAUG. Les nappes du versant méridional de la Sainte-Baume. *C. R. Ac. Sc.*, CLVII, p. 1480-1482, 22 déc. 1913.
24. — Id. La zone des collines jurassiques de Nans. *Ibid.*, CLVIII, p. 74-76, 5 janvier 1914.
25. — J. REPELIN. Sur les modifications apportées aux nappes provençales par les mouvements alpins. *Ibid.*, CLVIII, p. 214-214, 19 janvier 1914.
26. — Id. Sur la constitution géologique de la partie septentrionale du département du Var. *Ibid.*, CLVIII, p. 285-287, 26 janvier 1914.
27. — Émile HAUG. La zone triasique de l'Huveaune. *Ibid.*, CLVIII, p. 373-376, 2 février 1914.
28. — J. REPELIN. Sur les accidents secondaires qui ont affecté le massif autochtone de la Lare, près la Sainte-Baume. *Ibid.*, CLVIII, p. 526-528, 16 février 1914.
29. — Id. Géographie physique. *Les Bouches-du-Rhône, Encyclopédie du Département*, XII, p. 37-237, fig., 9 pl. Marseille, 1914.
30. — Léon LUTAUD. Sur le Sénonien de Mazaugues (Var). *C. R. Ac. Sc.*, CLIX, p. 85-87, 6 juillet 1914.
31. — Émile HAUG. Nouvelles observations sur la tectonique du vallon de Saint-Pons, près Gémenos (Bouches-du-Rhône). *Ibid.*, CLIX, p. 195-197, 1 fig., 13 juillet 1914.
32. — Id. Feuilles d'Aubagne et de Cuers au 1/50 000^e (en courbes de niveau). *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, XXIII, p. 207-220, 2 fig., 1914.
33. — J. REPELIN. Sur le prolongement vers l'Est du synclinal sénonien du Plan d'Aups (Sainte-Baume). *C. R. Ac. Sc.*, CLX, p. 68-69, 11 janvier 1915.
34. — Id. Observations relatives à la revision de la Carte géologique à 1/80 000 dans la région provençale. *B. S. G. F.*, 4^e sér., XIV, p. 132-139, 1915.
35. — Id. — Sur l'âge crétacé (Béguvien) des couches détritiques du Logis de Nans (Var). *C. R. Ac. Sc.*, CLXI, p. 213-214, 23 août 1915.

LE DÔME AUTOCHTONE DE LA LARE. — Je commencerai l'analyse des individualités orographiques qui constituent la région de la Sainte-Baume par la description sommaire de celle d'entre elles qui offre, dans sa structure, la plus grande simplicité. C'est le dôme de la Lare, grand bombement à contour elliptique (pl. II), autour duquel se moulent en quelque sorte les autres unités. Nous sommes indubitablement en présence d'un massif autochtone. Personne n'a jamais contesté que les terrains qui le composent fussent en place. Ce sont les suivants : calcaires séquanien (J¹), dolomies kimeridgiennes (J⁵), calcaires blancs

tithoniques¹ et peut-être partiellement valanginiens (J^{3-6} , c_v), très localement calcaires marneux verdâtres hauteriviens (c_{iv}), bauxites (en quelques points), calcaires à Hippurites santoniens, avec intercalations de gros bancs de calcaires spathiques ou de couches sableuses (c^7). Sur le pourtour du dôme, les calcaires à Hippurites supportent en concordance les calcaires marneux à Turritelles du Campanien inférieur, les argiles ligniteuses du Fuvélien à *Corbicula galloprovincialis* et *Unios* (c^8), des argiles bariolées, des conglomérats² et des calcaires lacustres, que l'on peut réunir sous la dénomination commode quoique peu précise de Garumnien (c^9).

Les calcaires séquaniens n'affleurent que dans la partie centrale de la voûte, entamée par les profondes coupures transversales de l'Huveaune et du ruisseau de Peyrueil, tandis que les termes supérieurs du Jurassique forment le sommet et les flancs de la coupole et présentent en général des plongements très réguliers vers la périphérie. Sauf un léger étranglement dans sa

1. Dans la série autochtone les dolomies kimeridgiennes présentent, dans leur partie moyenne, une intercalation de calcaires blancs assez puissants, tandis que la partie inférieure du Tithonique est constituée par des alternances régulières de calcaires blancs et de dolomies, les calcaires blancs ne devenant tout à fait prédominants que dans la partie supérieure, qui a fourni à Collot des fossiles valanginiens. Dans les séries charriées les dolomies sont, par contre, à peu près exclusivement cantonnées dans le Kimeridgien, les calcaires blancs dans le Portlandien.

2. Sur la feuille d'Aix, en particulier dans la vallée de la Vède, au Plan-d'Aups et à la Taulère (ou mieux Taurelle), ces conglomérats ont été attribués à l'Oligocène (m₁-m₂). Dès 1888 Marcel Bertrand (3, p. 759) concluait dans ces termes à leur âge crétacé : « Un examen plus attentif montre qu'ils sont partout en rapport avec les couches de Fuveau et directement superposés à ces couches ; je montrerai tout à l'heure qu'ils sont antérieurs aux grands mouvements de plissement. Les argiles et poudingues de Marseille ont au contraire rempli des cuvettes dans la région déjà plissée. » En 1900, il est non moins explicite (11, p. 32) : « Près de la Taulère, écrit-il, le Crétacé supérieur se présente sous forme de marnes rouges très développées, avec lits de poudingues quartzueux... Il est en tous cas certain qu'on a là affaire à une formation crétacée, et non à une formation oligocène, comme le marque à tort la carte géologique ». Ces deux passages si catégoriques ont évidemment échappé à M. Repelin, qui, dans une note toute récente (35), annonce dans les termes suivants l'attribution au Crétacé des poudingues et des argiles de Bassan, du Plan-d'Aups, de la Taurèle et du Logis de Nans : « Mes observations m'ont amené, au cours des dernières années, à classer dans le Crétacé un certain nombre d'affleurements de couches détritiques, poudingues, argiles, bancs oolithiques, que l'on considérerait jusqu'ici comme oligocènes ».

L'assimilation des argiles rouges et des conglomérats au Bégudien résulte de la position stratigraphique de ces couches entre le Fuvélien et des calcaires lacustres qui représentent très probablement le Rognacien. Elle est confirmée par la découverte, faite par M. Repelin au Logis de Nans, de grosses oolithes concrétionnées caractéristiques de cet « étage » de la série lagunaire et lacustre néocrétacée du bassin de Fuveau. Je reviendrai plus loin sur les conglomérats du Logis de Nans. (Note ajoutée pendant l'impression.)

partie médiane et une faible déviation de sa partie orientale, le dôme possède un contour elliptique assez régulier. Son grand axe, orienté sensiblement S.W.-N.E., atteint une longueur de 11 km., son petit axe ne dépasse pas 3,5 km.

Aux deux extrémités, la disposition périclinale des couches jurassiques est parfaitement régulière et affecte également, à l'extrémité sud-ouest, les couches néocrétacées. Celles-ci présentent, au moins sur les trois quarts de la périphérie, les mêmes plongements que les couches jurassiques ; mais, en raison de leur teneur en argile et de leur faible résistance à l'action des agents atmosphériques, elles forment en général une dépression couverte de cultures, qui contraste fortement avec les escarpements boisés du Jurassique.

En divers points et notamment sur le bord septentrional du dôme, la succession est moins régulière. Une faille plus ou moins verticale met alors en contact direct les termes supérieurs du Crétacé avec les Calcaires Blancs ou les dolomies kimeridgiennes. « Du côté de Saint-Zacharie, dit Marcel Bertrand (6, p. 107), la discontinuité... est encore plus marquée, parce que le Jurassique supérieur est resté horizontal jusque sur le bord de la dépression ; il y a donc véritablement faille, faisant buter sur plus de 1 km. le Dañien (couches de Fuveau) contre ces dolomies. » En réalité, cette dernière assertion n'est pas tout à fait exacte et les choses sont plus compliquées qu'il peut sembler au premier abord, car il existe, sur le bord septentrional de la Lare, non pas une faille unique, mais trois failles, grossièrement parallèles et dirigées approximativement W.-E. (pl. II).

La plus méridionale de ces trois failles est la moins importante. Son rejet est très faible. Elle met en contact les Dolomies tantôt avec les Calcaires Blancs, tantôt avec les calcaires séquaniens. Elle se traduit généralement par un changement brusque dans le plongement des couches. Grâce au fait qu'elle est coupée par plusieurs vallons qui pénètrent profondément dans l'intérieur du massif, son tracé peut être déterminé avec une certaine précision.

La faille principale peut être suivie sur une longueur de plus de 4 km., depuis le saillant nord-ouest du massif, c'est-à-dire depuis les environs des Lagets, jusqu'au delà des gorges de Peyrueil. Sur toute cette longueur son tracé est à peu de chose près rectiligne et son rejet est toujours assez important, la lèvre septentrionale étant affaissée. Ce sont d'abord, sur une longueur d'un peu plus d'un kilomètre, les calcaires à Hippurites qui butent contre les dolomies kimeridgiennes. Le contact brutal des deux

terrains est particulièrement bien visible près de la source d'Encauron, qui donne naissance au ruisseau de la Gastaude : les dolomies sont presque horizontales, tandis que les calcaires à Hippurites plongent assez fortement au N.E.

A l'Est du ruisseau, ce sont les couches fuvéliennes et garumniennes qui butent, non plus contre les Dolomies, mais contre les Calcaires Blancs, et l'on observe, le long du chemin qui mène dans le vallon suivant, un beau miroir de faille à peu près vertical. Dans le vallon, le contact a lieu entre les calcaires à Hippurites et les Calcaires Blancs. La faille se perd ensuite dans les bois qui couvrent les pentes de la Lare, mais je n'hésite pas à lui attribuer le contact brutal que l'on peut observer entre les Calcaires Blancs au Nord et les Dolomies au Sud, dans le ravin N.-S. qui entame ici la montagne. D'ailleurs, on retrouve plus à l'Est, rigoureusement dans son prolongement, un accident que j'ai signalé dès 1912 (21, p. 171), qui met en contact les Dolomies et les calcaires à Hippurites au Nord avec les calcaires séquanien au Sud. La direction peut en être tracée avec précision, grâce aux lacets de la vieille route de Saint-Zacharie au Plan-d'Aups, qui la coupent trois fois. A l'Est du défilé de Peyrueil, la faille est déviée légèrement vers le N.E., elle fait de nouveau buter les calcaires à Hippurites contre le Jurassique supérieur.

La troisième faille, située plus au Nord, n'affecte la bordure septentrionale du massif de la Lare que sur une longueur inférieure à 1 km. Elle fait buter, entre le vallon de la Gastaude et celui de Peyrueil, les argiles bariolées garumniennes contre les Calcaires Blancs, qui forment sur le bord du bois une muraille verticale, par places tapissée de tufs. Plus à l'Est, elle suit la rive gauche du ruisseau de Peyrueil, dans la partie de son cours qui est dirigée E.-W., sans que l'on puisse voir un contact. Elle sépare enfin les calcaires à Hippurites des dolomies kimeridiennes. Mais, ici, il ne s'agit plus vraisemblablement que d'un simple étirement, car quelques bancs de Calcaires Blancs sont parfois visibles entre les deux formations.

J'ai tenu à décrire en détail les allures de ces failles, car mes observations ne sont nullement d'accord avec celles de M. Repelin. Pour lui (28, p. 527), « à la Gastaude, les dolomies de la Lare chevauchent nettement le Sénonien replié en un synclinal très aigu. Ce chevauchement s'accroît, dit-il, entre la Gastaude et Notre-Dame-d'Ornon et tout le paquet de dolomies qui forme une avancée très nettement indiquée (cote 284), même sur les anciennes cartes, est en recouvrement sur le Sénonien ». Je n'ai absolument rien vu de pareil. L'avancée située à l'Ouest du point

coté 284 sur le 1/80 000 est formée en grande partie, non de Dolomies, mais de Calcaires Blancs, qui supportent normalement à l'Ouest des calcaires à Hippurites, plongeant au N.E., et reposant, sur la rive gauche du ruisseau de Peyrueil, sur les Dolomies. Celles-ci sont recouvertes transgressivement, plus à l'Est, près de Notre-Dame-d'Ornon, par des calcaires à Hippurites. L'avancée de Jurassique supérieur que figure la feuille d'Aix de la Carte géologique est donc un paquet compris entre deux failles parallèles. Nulle part, sur le bord septentrional de la Lare, le Jurassique n'est en recouvrement sur le Sénonien. Il n'y a ici que des failles proprement dites, qui traversent les vallées sans décrire d'angles rentrants et en conservant leur tracé rectiligne. Ce sont donc des failles verticales. Elles sont d'ailleurs accompagnées fréquemment de miroirs nettement visibles. Par contre, il sera question plus loin d'une masse charriée sous laquelle disparaît, à l'Ouest du défilé de Peyrueil, le bord septentrional de la Lare.

LE SOCLE DE LA SAINTE-BAUME. — Le dôme de la Lare confine au Sud à une zone de collines jurassiques dont, ainsi qu'on le verra plus loin, les terrains ne sont pas en place et reposent sur une large bande de Crétacé supérieur. Celle-ci est continue, au Nord, avec les terrains de la bordure de la Lare ; au Sud, localement tout au moins, avec ceux du plateau du Plan-d'Aups, qui appartiennent à l'unité tectonique que j'ai appelée le *socle de la Sainte-Baume*. Ce socle est un plateau élevé, dont la largeur ne dépasse guère 1 ou 2 km. et qui s'étend en longueur depuis le pied nord du col de la Machine, à l'Ouest, jusque bien au delà de la limite orientale de la région décrite dans le présent travail. Il se termine au Nord, au moins à l'Est du Plan-d'Aups, par un escarpement souvent très abrupt, où viennent affleurer les termes supérieurs de la série jurassique. Il supporte au Sud des calcaires éocrétaqués en série renversée, qui forment la grande paroi nord de la chaîne proprement dite de la Sainte-Baume (pl. II).

La série des terrains participant à la composition du socle de la Sainte-Baume est exactement la même que celle du dôme de la Lare¹. Cette constatation suffirait à elle seule à établir le

1. L'identité entre les deux séries est particulièrement frappante en ce qui concerne les couches néocrétaqués. Par contre, si l'on suit vers l'Est ces terrains aussi bien autour du massif de la Lare que dans le socle de la Sainte-Baume, on constate des modifications importantes dans leurs faciès. Les calcaires spathiques bruns qui forment des intercalations régulières dans les calcaires à Hippurites santoniens, par exemple à l'Est de Daurenque et aux environs du Plan-d'Aups, font place plus à l'Est à des sables et à des argiles bariolées, qui alternent également avec des bancs de calcaires à Hippurites, ainsi que M. Lutaud (30) l'a établi

caractère autochtone du socle, si la continuité des terrains néo-crétacés, d'une unité tectonique à l'autre, par-dessous les terrains jurassiques charriés, n'était pas évidente.

Le pied de l'escarpement qui limite au nord le socle de la Sainte-Baume coïncide avec un accident remarquable. C'est une faille d'affaissement, qui a donné lieu à une dénivellation de plus de 200 m. entre les terrains crétacés du pourtour de la Lare et ceux du Plan-d'Aups. Marcel Bertrand l'a reconnue comme telle et en a publié plusieurs coupes (2, fig. 2, 7-9). Le plan de la faille est vertical ou incliné d'environ 45° vers le Nord, comme par exemple à l'Est de la Grande Bastide. La lèvre surélevée présente souvent de beaux miroirs de faille.

On peut suivre la fracture depuis le Plan-d'Aups jusqu'à Tourves. Son rejet vertical semble augmenter de l'Ouest à l'Est. Mais en réalité elle ne correspond pas à une faille unique. Elle comprend des éléments longitudinaux dirigés à peu près W.-E., parallèles entre eux et conjugués avec des éléments diagonaux, dirigés S.W.-N.E. Ces différents tronçons se relaient en quelque sorte (pl. II). Toutefois, en face de Nans, ou plus exactement en face de Lorges, deux failles diagonales coexistent et cheminent parallèlement, de manière à donner lieu à un affaissement en gradins, qui se manifeste par l'existence de deux abrupts de Calcaires Blancs, coupés successivement par les lacets de la route de Nans à la Sainte-Baume. Dans le compartiment compris entre les deux failles, les couches plongent, non pas au Sud ou au Sud-Est, comme à l'ordinaire, mais au N.E., de sorte que les Calcaires Blancs s'enfoncent normalement sous des calcaires à Hippurites, affleurant au niveau de la plaine et butant au Sud, non loin des sources du Cauron, contre les Dolomies.

À l'Est de Rougiers, ce n'est plus avec les terrains crétacés autochtones que les terrains jurassiques du socle butent par faille ; le contact a lieu jusqu'à Tourves avec une unité tectonique spéciale, la zone triasique de Rougiers et de Barjols, dont il ne sera question qu'accessoirement dans la présente note.

pour les environs de Mazaugues. Il n'est pas toujours facile de distinguer ces argiles bariolées des argiles rouges bégudiennes, qui occupent un niveau beaucoup plus élevé, toujours supérieur au Fuvélien à *Corbicula galloprovincialis*, et je n'ai pas encore pu effectuer partout la séparation des deux termes sur la carte détaillée, notamment dans la plaine du Cauron, à l'Est de Nans. Les marnes du Fuvélien constituent un excellent point de repère. C'est par erreur que sur la pl. II j'ai arrêté le figuré du Sénonien saumâtre entre le Plan-d'Aups et l'Hôtellerie. Les marnes à *Corbicula galloprovincialis* sont très bien développées aux Béguines et au Petit-Saint-Cassien, mais je ne les connais pas plus à l'Est. Quant aux poudingues bégudiens, il ne semble pas qu'ils aient été signalés à l'Est de Nans, sur le versant nord de la Sainte-Baume, à l'Est de Méounes, sur le versant sud. On peut en dire autant des calcaires lacustres, probablement rognaciens, qui leur font suite.

Vers l'Ouest, c'est-à-dire vers le Plan-d'Aups, la faille qui marquait la limite septentrionale du socle de la Sainte-Baume fait place à un accident d'une autre nature. Au plongement régulier et d'ailleurs assez faible des couches jurassiques vers le Sud succède une disposition anticlinale : ces dolomies kimeridiennes apparaissent dans le centre d'une voûte érodée, dont les flancs sont constitués par les Calcaires Blancs. Par suite d'un abaissement d'axe vers l'Ouest, les deux flancs ne tardent pas à se rejoindre, les couches présentent une terminaison périclinale et le Jurassique supérieur s'enfonce sous les calcaires à Hippurites, dont les strates reproduisent à leur tour, plus à l'Ouest, la même disposition périclinale, avant de former la crête anticlinale peu élevée qui porte le village et qui sépare deux bandes de couches campaniennes et fuvéliennes. Un nouveau relèvement d'axe donne lieu ensuite à un anticlinal droit de calcaires à Hippurites. C'est la croupe rocheuse située entre le vallon de Cros et le col de la Machine.

L'anticlinal qui marque ainsi le bord nord-ouest du plateau du Plan-d'Aups a pour contre-partie au Sud un synclinal de Crétacé supérieur¹, couché et ouvert au Nord, dans la partie située immédiatement à l'Ouest de l'Hôtellerie, à peu près droit, au col de la Machine.

Au delà de ce col, les deux accidents se poursuivent vers le Sud-Ouest jusque dans le vallon du Fauge, où les couches verticales du Crétacé supérieur s'enfoncent sous les nappes dont il sera question plus loin. L'anticlinal n'amène à l'affleurement que les couches marines du Sénonien, représentées par des alternances répétées de calcaires clairs à Hippurites et de calcaires spathiques brun foncé. Le synclinal² se manifeste par l'existence d'une bande continue d'argiles fuvéliennes, allant du col à la source de la Glacière et même un peu au delà.

LA SÉRIE RENVERSÉE DE LA SAINTE-BAUME. — La chaîne proprement dite de la Sainte-Baume s'étend, sur une longueur d'environ 12 km., avec une direction W.S.W.-E.N.E., du pic de Bretagne (1 041 m.) au pic de Saint-Cassien (1 040 m.), en passant par le Saint-Pilon (997 m.), le Joug de l'Aigle (1 116 m.)

1. M. Repelin (34, p. 133) me reproche de n'avoir jamais parlé de ce synclinal et de paraître ignorer son existence. Dans des notes préliminaires, où l'espace m'était strictement mesuré, je n'avais aucune raison de faire mention de ce synclinal, signalé depuis longtemps par Coquand (1) et par Marcel Bertrand (3).

2. M. Repelin (33) croit avoir « été le premier à le signaler dans la coupure de Saint-Pons ». Cependant Marcel Bertrand (11, p. 28, fig. 21) le figure très nettement au pied du Baou de Bretagne et mentionne qu'« au-dessous continuent les plis droits du Sénonien ».

et la Croix des Béguines (1 146 m.). Son front nord forme une falaise abrupte, qui domine le plateau du Plan-d'Aups, tandis que son flanc méridional descend en pente douce vers le Sud. Coquand a établi dès 1864 qu'elle est constituée par les termes du Crétacé inférieur en succession inverse. Marcel Bertrand a confirmé cette importante observation et a montré que la *série renversée* comprend en outre les divers termes du Jurassique supérieur et du Jurassique moyen. Voici les subdivisions que j'ai pu y distinguer au cours de l'exécution de mes levés détaillés au 1/25 000 ou au 1/10 000 : Aptien (c_i), Urgonien (c_{ii}), Hauterivien (c_{iv}), calcaires blancs valanginiens et portlandiens (c_v - J^{8-6}), dolomies kimeridgiennes (J^5), calcaires séquaniens-bathonniens (J^4 - J_1), Bathonien marneux (J_{III}). Ainsi que je le montrerai plus loin, c'est en apparence seulement qu'à l'Ouest de la ferme du Pied de la Colle, près de Riboux, le Bathonien marneux supporte encore les divers termes du Lias en succession inverse et en continuité avec lui. Sur tout le versant méridional de la Sainte-Baume, c'est-à-dire entre le vallon de Saint-Pons et le défilé de Latail, la série renversée s'arrête soit avec le Bathonien marneux, soit avec le Bathonien calcaire, soit plus souvent encore avec les dolomies kimeridgiennes, qui supportent alors directement, ainsi qu'on le verra dans la suite, ce que l'on peut appeler la *série normale supérieure*.

L'Aptien, qui est à la base de la série renversée, semble reposer toujours en contact anormal sur le Sénonien autochtone, que celui-ci se présente en série normale ou en série renversée, ou encore en plis droits. Marcel Bertrand, dans ses premiers travaux, avait envisagé le Crétacé inférieur de la série renversée et celui de la série normale comme le flanc inverse et le flanc normal d'un même synclinal couché, dont le noyau serait constitué par le Sénonien du Plan-d'Aups, et M. Repelin a repris récemment cette interprétation (29, 33, 34). Mais en 1900 (11, p. 27), Marcel Bertrand constatait l'absence complète de l'Aptien et de l'Urgonien dans le substratum normal du Sénonien du Plan-d'Aups et il ajoutait : « ce fait seul semble indiquer le rapprochement mécanique de deux unités déposées à grande distance l'une de l'autre ». Je m'associe pleinement à cette manière de voir et considère avec Bertrand la série renversée de la Sainte-Baume comme une nappe indépendante, charriée sur le Sénonien autochtone du Plan-d'Aups. Si cette interprétation est exacte et j'en donnerai tout à l'heure de nouvelles preuves, M. Repelin n'est pas fondé à dire que la série renversée va du Sénonien au Lias et à l'Infralias (34, p. 133).

Marcel Bertrand a déjà attiré l'attention sur les chevauchements secondaires qui accidentent la série renversée dans le voisinage de la crête, en particulier au Sud du pic de Bretagne et au pic de Saint-Cassien. J'ai vérifié l'existence de ces accidents, qui donnent lieu à des répétitions de couches, et j'ai été frappé de leur analogie avec les *minor thrusts* des Highlands d'Écosse, mais je n'ai pas achevé encore leur étude détaillée. Je n'en parlerai donc pas davantage ici.

J'insisterai par contre sur la manière dont la série renversée disparaît vers le Sud-Ouest sous les nappes supérieures, d'autant plus que je suis ici en complet désaccord avec M. Repelin. Pour ce géologue (15) « le Crétacé inférieur (de la série renversée) présente, comme le Crétacé supérieur (du Plan-d'Aups), des charnières synclinales visibles dans le vallon au nord de Saint-Pons. Loin d'avoir suivi le mouvement de chevauchement de la série normale, il s'est donc replié en disposition synclinal avec le Crétacé supérieur ».

Je viens d'indiquer la raison principale qui milite en faveur de l'attribution du Crétacé supérieur et du Crétacé inférieur à deux séries tectoniques différentes. Cette conclusion rend à elle seule peu vraisemblable l'interprétation donnée par M. Repelin, mais celle-ci est en outre en contradiction complète avec des faits facilement observables. Loin d'être replié en synclinal, le Crétacé inférieur forme, en face de la Gypière, une voûte dissymétrique, entamée au sommet par l'érosion. Le noyau en est constitué par l'Aptien, les deux flancs, par l'Urgonien. Dans le flanc oriental, l'Urgonien a conservé son épaisseur normale et il est faiblement incliné vers l'Est ; dans le flanc occidental, il est vertical et il est réduit à quelques mètres d'épaisseur et s'étire vers le Nord, jusqu'à suppression complète, de sorte que l'Aptien est en contact direct, d'abord avec l'Hettangien, puis avec les dolomies kimeridiennes du vallon du Fauge. Vers le Sud, on voit, par contre, les deux flancs urgoniens se raccorder, en enveloppant complètement l'Aptien, qui, formant lui-même voûte, s'enfonce en tunnel sous l'Urgonien. *La série renversée a été repliée en anticlinal*, sans doute postérieurement au charriage.

L'Urgonien de la voûte est en continuité avec une des lames principales du pic de Bretagne et du versant méridional de la chaîne. Il s'enfonce au Sud sous des nappes plus élevées et sa surface plonge successivement vers l'Ouest, vers le Sud et vers l'Est sous des terrains plus anciens, avec cette réserve toutefois que le Bathonien calcaire de la série renversée est conservé le

long de la moitié est du pourtour de l'Urgonien, tandis que les autres termes — Hauterivien, Portlandien, Kimeridgien, Bathonien marneux — s'effilent successivement vers le Sud et ont donc été totalement laminés au contact des nappes supérieures. La terminaison périclinale de l'Urgonien renversé et son enfoncement sous des nappes plus élevées est un des phénomènes les plus grandioses qu'il m'ait été donné de voir dans des pays de nappes. On peut facilement en acquérir une vue d'ensemble en suivant l'un ou l'autre des chemins qui mènent des sources de Saint-Pons à Cuges.

Vers l'Est la série renversée disparaît d'une toute autre manière. On voit successivement ses différents termes, en commençant par le plus élevé, se terminer en biseau au contact du Sénonien du soubassement autochtone. C'est ainsi que l'Aptien ne dépasse pas vers l'Est le méridien de l'Hôtellerie, de sorte que, dans la partie orientale de la chaîne, l'Urgonien repose directement sur le Sénonien. Ce terme lui-même n'existe plus à l'Est des Glacières et il en est de même des Calcaires Blancs. Ce sont alors les dolomies kimeridgiennes qui recouvrent par charriage le Sénonien autochtone. Elles forment une lame qui va en s'amincissant vers l'Est, en même temps que la lame de calcaires séquanien et bathonien qu'elle supporte. Au Nord de la Salamone, la série renversée s'écrase sous la série normale supérieure. Elle est amenée à l'état de brèche de friction, formée de blocs de toutes dimensions de dolomie et de calcaire jaune fortement entrelardé de veines spathiques blanches. L'affleurement se termine en pointe vers l'Est, de sorte que l'Hettangien (1¹) de la série normale supérieure repose bientôt directement sur les grès sénoniens autochtones, sauf en quelques points, où s'intercalent encore, entre les deux termes, vers Mazaugues, de petites masses lenticulaires de la même brèche de friction ¹.

Ces faits démontrent d'une manière péremptoire l'existence d'une surface de charriage à la base de la série renversée de la Sainte-Baume.

LA ZONE TRIASIQUE DE L'HUVEAUNE. — Dans l'angle nord-ouest de la région étudiée dans le présent travail s'étend une bande de terrains triasiques en forme de croissant, qui correspond à une région déprimée, traversée dans toute sa longueur par le cours de l'Huveaune. Les localités de Pont-de-l'Étoile et

1. Observations faites en avril 1914 en compagnie de M. Léon Lutaud, licencié ès sciences naturelles.

de Saint-Zacharie occupent les deux cornes du croissant, celles de Roquevaire et d'Auriol sont situées sur son bord convexe. Cette zone triasique est limitée, à l'Ouest et au Nord, par des collines jurassiques et crétacées qui la séparent des massifs autochtones d'Allauch, de Regaignas et de l'Olympe. Elle confine au Sud, sur une partie de sa longueur, aux terrains crétacés du dôme de la Lare ; elle en est séparée, plus au Sud, par le massif charrié, entièrement jurassique, de Roussargue, dont il sera question plus loin.

Sur la feuille d'Aix de la Carte géologique au 1/80 000, le Trias moyen et le Trias supérieur ont été réunis sous une teinte unique. Leur séparation n'offre cependant pas de grandes difficultés, surtout à l'échelle du 1/25 000, d'autant plus que les surfaces occupées respectivement par ces deux termes présentent des aspects physiographiques bien tranchés.

Les calcaires du Trias moyen affectent à peu près les caractères lithologiques habituels du Muschelkalk de Provence. Certains bancs sont plus foncés que dans les environs de Toulon, ils sont souvent presque noirs et prennent fréquemment une apparence zonée. Les bancs argileux font généralement défaut et les bancs dolomitiques sont relativement peu développés. Malgré l'absence ou la grande rareté des fossiles, la présence de vermiculations caractéristiques du Muschelkalk dans beaucoup de régions ne peut laisser aucun doute, quoiqu'en dise M. Repelin (34, p. 135), sur l'attribution de ces calcaires au Trias moyen¹.

Le Trias supérieur est représenté par des cargneules et par des argiles bariolées, avec intercalations locales de gypse. On n'y observe aucun banc calcaire.

En raison de la forme étroite et allongée qu'affecte la zone triasique de l'Huveaune, on pouvait s'attendre à voir le Trias moyen et le Trias supérieur alterner en longues bandes parallèles, mais il n'en est rien. Le Muschelkalk apparaît à peu près exclusivement en affleurements à contours fermés, circulaires ou elliptiques, qui correspondent à autant de dômes parfaitement réguliers, toujours symétriques. Sur la périphérie de chacun d'eux, les couches sont redressées verticalement ; elles présentent, aux deux extrémités, une disposition périclinale très remar-

1. J'ai recueilli tout récemment, sur un des affleurements les plus méridionaux du Muschelkalk, à environ 1 200 m. au N.E. du Pont-de-l'Étoile, plusieurs exemplaires, dont un bivalve, de *Plagiostoma striatum* de petite taille et plusieurs *Cænothyris vulgaris*. La cause est donc entendue. (Note ajoutée pendant l'impression.)

quable ; au centre, lorsque l'érosion ne les a pas entamées, elles sont horizontales sur une certaine étendue. Dans la topographie, chacun de ces dômes forme généralement une butte isolée, presque toujours boisée et très souvent surmontée d'un poste à feu ¹.

Les argiles bariolées et les cargneules du Trias supérieur remplissent les espaces intermédiaires entre ces buttes et sont presque toujours couvertes de cultures. Très exceptionnellement, au lieu de correspondre à des surfaces aplanies, elles forment des buttes semblables à celles du Trias moyen.

M. Repelin (34, p. 135) s'est inscrit en faux contre la description que j'ai donnée de la structure de la zone triasique de l'Huveaune, dans une note préliminaire publiée au commencement de 1914 (27). « Il y a dans la bande triasique de Roquevaire, écrit-il, des affleurements nombreux de calcaires de couleur foncée accompagnés de dolomies noirâtres que l'on ne peut qu'avec doute attribuer au Muschelkalk. *Ce sont des bandes continues et non d'innombrables petits dômes*, mais ces affleurements d'épaisseur très variable, sont en général masqués par des éboulis énormes portant les cultures dans les vallées. Ceux-ci coïncident d'ailleurs avec les parties amincies des bandes anticlinales. Elles se montrent au contraire, avec leur plus grande épaisseur, dans les parties en saillie respectées par les érosions. J'ai fait le levé détaillé de ces bandes sur une carte à 1/25 000, agrandissement de la nouvelle carte à 1/50 000, que le général Bourgeois a bien voulu mettre à notre disposition aussitôt que cela a été possible. »

J'ai fait moi aussi le levé détaillé au 1/25 000 de la zone triasique de l'Huveaune et j'ai publié au *Bulletin de la Carte géologique*, dans les Comptes rendus des Collaborateurs pour la campagne de 1913, une esquisse géologique au 1/50 000, qui en est la réduction (32, p. 209). J'espère que M. Repelin ne tardera pas à publier à son tour son levé détaillé, ce qui permettra les comparaisons. Il est manifeste que l'une des deux figurations est contraire à la réalité et que l'un de nous deux n'a pas su comprendre la structure de la région. Je suis pleinement rassuré sur le jugement que porteront les géologues qui voudront bien se donner la peine de venir sur le terrain se faire une opinion personnelle sur les points en litige. J'ai déjà eu l'occasion de

1. Marcel Bertrand (9, p. 221, 223) a reconnu une structure analogue dans le Trias de la plaine de Cuers et de la région de Saint-Maximin et Rougiers ; il l'a qualifiée de « pustuleuse », suivant une expression employée par M. Armand Janet.

montrer à plusieurs de nos confrères et, en dernier lieu, à mon collègue et ami M. Kilian quelques-uns des dômes dont j'ai figuré les contours. Tous se sont déclarés convaincus de la réalité des terminaisons périnclinales et ont été frappés du contraste qui existe entre les reliefs du Muschelkalk et ceux du Trias supérieur. M. Repelin a cru voir des éboulis énormes, portant les cultures dans les vallées et masquant la continuité des bandes anticlinales. Ces éboulis ne pourraient être que des éboulis calcaires, provenant soit des collines de Muschelkalk, soit des massifs jurassiques environnants. Or, les dépressions cultivées sont constituées par un sol très argileux et les blocs que rejette la charrue sont exclusivement des blocs de cargneules. Les chemins permettent souvent d'observer les couches en place du Trias supérieur et, lorsqu'ils entament le Trias moyen, le pied foule immédiatement des calcaires noirs.

Dans l'espace compris entre le Pont-de-l'Étoile et Saint-Zacharie, j'ai compté plus d'une quarantaine de ces dômes et il est probable que quelques-uns, en raison de leur petitesse, m'ont échappé. Leurs dimensions varient de 10 m. environ à 1 km. de grand axe¹. Ils sont quelquefois très rapprochés et même soudés par deux ou par trois, d'autres fois ils sont séparés par des intervalles bien supérieurs à leur largeur. Leurs grands axes sont dirigés suivant des lignes parallèles, presque W.-E. au Sud, vers le Pont-de-l'Étoile; S.W.-N.E. à la latitude de Roquevaire; W.S.W.-E.N.E., puis de nouveau W.-E., vers l'extrémité orientale de la bande. Ils atteignent leur maximum de fréquence suivant des lignes transversales, dont les principales passent le long de la route de Roquevaire à Saint-Jean-de-Garguier, à l'Est de Roquevaire et au Sud-Est d'Auriol.

L'existence de ces dômes alignés suivant deux directions orthogonales montre avec évidence que la zone triasique de l'Huveaune a subi une double compression résultant de deux poussées perpendiculaires l'une à l'autre. Celle de ces poussées qui est transverse par rapport à l'axe de la zone peut être assimilée à un écrasement de la bande triasique entre les massifs autochtones de Regaignas et de l'Olympe, d'une part, et le massif également autochtone de la Lare, de l'autre. Elle semble avoir été bilatérale, car les dômes de Muschelkalk n'accusent aucune dissymétrie, aucune tendance au déversement dans un sens ou dans l'autre.

La structure si particulière de la zone triasique de l'Huveaune

1. Et non 2,5 km., comme je l'ai indiqué par erreur dans une note antérieure.

ne permet pas, à elle seule, de conclure en faveur de son enracinement ou de son absence de racines. Nulle part on ne voit apparaître son substratum, mais, sur les deux bords de la zone, le Trias est en recouvrement sur le Crétacé supérieur autochtone des massifs environnants. Marcel Bertrand (11, p. 36, fig. 26) a montré qu'au Nord d'Auriol le Trias s'intercale en coin entre les marnes rouges et poudingues du Crétacé le plus élevé et les calcaires jurassiques en recouvrement de la colline de Sainte-Croix. J'ai pu retrouver cette coupe remarquable dans une carrière abandonnée.

Sur le bord sud de la zone triasique, on peut constater en quelques points des faits analogues. Ainsi, entre Tapan et les Bosq, un coin de Trias supérieur s'insinue entre une série crétacée autochtone, comprenant les lignites fuvéliens (c^8), des argiles bariolées avec bancs de conglomérats (Bégudien, c^{9a}), des calcaires lacustres (Rognacien ? c^{9b}), et un promontoire de dolomies kimeridgiennes, qui forme l'extrémité nord de la masse charriée de Roussargue.

Ailleurs, par contre, comme on le verra plus loin, le Trias bute au Sud par faille contre les couches crétacées du pourtour de la Lare ou contre des terrains jurassiques charriés.

En un seul point, au Sud d'Auriol et au Nord-Ouest de Bassan, un lambeau de Muschelkalk vertical, accompagné de gypses néotriasiques, est entouré de toutes parts de couches garumniennes. C'est manifestement un témoin épargné par l'érosion d'une masse plus étendue de Trias en recouvrement.

Ces faits s'expliquent très bien dans l'hypothèse suivant laquelle la zone triasique de l'Huveaune serait dépourvue de racines et ferait partie des nappes de la Sainte-Baume, mais ils ne constituent pas des preuves décisives en faveur du charriage, car la zone triasique pourrait être un faisceau anticlinal à déversement bilatéral, une sorte d'éventail composé. J'avais autrefois conclu dans ce sens et c'est à peu près la solution à laquelle s'arrête aujourd'hui M. Repelin. Marcel Bertrand a cependant fourni une preuve indirecte du charriage de la zone triasique; qui me paraît décisive. Il a montré la continuité de cette zone avec le massif triasique de Saint-Julien, à l'Est de Marseille et au Sud d'Allauch. Or, dans le massif de Saint-Julien, l'Aptien de la série renversée apparaît, aux Romans, en fenêtre au milieu de l'Hettangien. Le massif de Saint-Julien est donc charrié et il en résulte que la zone triasique de l'Huveaune l'est également.

Je n'ai pas parlé jusqu'ici des couches jurassiques qui reposent sur le Trias de la dépression de l'Huveaune. J'ai pu les passer

sous silence, car elles sont totalement indépendantes de leur substratum et ne lui font suite nulle part en succession stratigraphique régulière; elles en sont toujours séparées par une surface de contact anormal, indiquant un charriage. Je ne connais qu'une exception à cette règle, c'est un lambeau de dolomies hettangiennes que l'on observe au pied est de l'éperon de dolomies kimeridgiennes qui se détache, à l'Ouest, du massif de Bassan. En ce point, l'Hettangien est, en effet, en contact direct et probablement normal avec le Trias supérieur; mais la succession est renversée, car on voit apparaître, entre l'Hettangien charrié et le Garumnien autochtone, une lame de Lias moyen fortement étiré. On est donc manifestement ici en présence du flanc inverse de la nappe charriée.

LES LAMBEAUX DE RECOUVREMENT JURASSIQUES AU NORD-OUEST DE LA LARE. — Les lambeaux de couches jurassiques épars sur la zone triasique de l'Huveaune doivent être envisagés comme autant de *témoins* d'une nappe qui, au Nord-Ouest de la Lare, s'étendait indistinctement par-dessus la bordure crétacée de ce dôme, par-dessus le Trias de l'Huveaune et jusque sur les terrains crétacés qui forment l'enveloppe des massifs jurassiques autochtones situés au Nord d'Auriol et de Saint-Zacharie. Il est facile d'en donner la preuve. On verra, en effet, que plusieurs lambeaux de ces nappes sont à cheval sur le Trias et sur le Crétacé, aussi bien sur le bord septentrional que sur le bord méridional de la zone triasique.

Je commencerai la description sommaire des masses en recouvrement conservées au Nord-Ouest de la Lare par les lambeaux situés sur le bord nord-ouest de la zone triasique, aux environs de Roquevaire et d'Auriol.

Immédiatement au Sud de la petite ville de Roquevaire s'élève la colline de Saint-Roch. Ainsi que l'indique la feuille d'Aix de la Carte géologique, elle est constituée par de l'Urgonien. Ce terrain s'appuie au Sud sur un petit dôme de Muschelkalk; au Nord, j'ai reconnu, à sa base, la présence d'une brèche de dislocation, formée de calcaires jurassiques, qui le sépare du Trias supérieur du substratum.

La colline de la Garde, au N.E. de Roquevaire, est beaucoup plus étendue. Sauf sa partie occidentale, à laquelle s'adosse la ville et qui est urgonienne, elle est exclusivement jurassique. Les calcaires séquanien n'existent que sur son bord nord-est, entre l'Huveaune et le chemin de Saint-Vincent. Les calcaires blancs du Portlandien forment le sommet. La plus grande partie

de la colline est constituée par des dolomies kimeridgiennes, qui, sur les trois quarts du pourtour, reposent directement sur le Trias supérieur. A l'Ouest, elles sont en contact immédiat avec l'Hauterivien, qui forme un liseré étroit à la base de l'Urgonien.

Plus au Nord, la colline cotée 250, que le chemin de fer traverse en tunnel, est constituée, dans sa partie nord-ouest, par l'Urgonien, dans sa partie sud-est, par des calcaires séquanien très étirés et par les Dolomies. Ces trois termes viennent successivement en contact direct avec le Trias supérieur sous-jacent. Dans une petite dépression qui sépare la partie urgonienne de la partie dolomitique se trouve un lambeau de poudingues oligocènes, qui a échappé à la dénudation.

La colline qui domine Auriol au Sud-Ouest comprend une partie méridionale, entièrement formée de Dolomies et de Calcaires Blancs, qui reposent directement sur le Trias supérieur, et une partie septentrionale, constituée par une grande dalle d'Urgonien, inclinée au Nord-Ouest, qui porte la bastide abandonnée des Défend. Ici aussi sont conservés des lambeaux de poudingues oligocènes, superposés soit à l'Urgonien, soit aux Calcaires Blancs.

L'Urgonien et les Dolomies de la rive méridionale de l'Huveaune passent sans discontinuité sur la rive septentrionale et prennent une part importante dans la composition d'une colline allongée de l'Ouest à l'Est, à laquelle est adossé Auriol et qui atteint son point culminant à la chapelle de Sainte-Croix (367 m.). Les Dolomies en forment l'ossature et s'étendent de la gare d'Auriol à la Bardeline. L'Urgonien, incliné à l'Ouest, flanque l'extrémité occidentale ; il constitue en outre une bande étroite, qui coupe obliquement le chaînon et s'élève graduellement du lit de l'Huveaune jusqu'à la chapelle. La route d'Auriol à la Bourine traverse cette bande en un point où les Dolomies sont renversées sur l'Urgonien. Sous la chapelle de Sainte-Croix la superposition est redevenue normale. L'Urgonien est souvent en contact direct avec les Dolomies, ailleurs une bande étroite de calcaires marneux verdâtres, représentant l'Hauterivien, s'intercale entre les deux formations. Les Calcaires Blancs sont confinés au versant septentrional de la colline, où ils s'appuient normalement sur les Dolomies, et plongent régulièrement au Nord. A l'Est, on voit apparaître localement, sous les Dolomies, des calcaires séquanien et c'est tantôt l'un tantôt l'autre des trois termes du Jurassique supérieur que l'on voit ensuite reposer sur un soubassement de Crétacé supérieur ou de Trias, ainsi que l'a reconnu Marcel Bertrand (11). Des lambeaux de recouvrement

sont détachés par l'érosion de la masse principale de la colline de Sainte-Croix et flottent en quelque sorte sur les argiles rouges du Garumnien, quelquefois avec intercalation, au contact, de Fuvélien renversé (11). J'ai observé en outre, sous l'un des lambeaux jurassiques, une lame de calcaires à Hippurites, superposée au Garumnien.

Je n'ai guère poussé mes recherches vers le Nord en dehors des limites de la feuille d'Aubagne, mais je crois pouvoir affirmer que les collines jurassiques coupées par le bord septentrional de cette feuille (48 G 20') sont encore charriées, contrairement à l'assertion de M. Repelin (15). Elles sont, en effet, en continuité à l'Est avec celles de Sainte-Croix et forment les deux bords symétriques d'un synclinal, dont la région axiale est occupée par des calcaires lacustres et des conglomérats oligocènes.

Avant de passer à l'étude des lambeaux de recouvrement qui bordent au Sud la zone triasique de l'Huveaune, il y a lieu de décrire sommairement une grande masse charriée intercalée entre le dôme de la Lare et le Trias des environs de Roquevaire et du Pont-de-l'Étoile. Elle est continue au Sud avec d'autres masses également charriées, dont il sera question plus loin. Je ne parlerai pour le moment que de ses digitations septentrionales, réservant pour plus tard les particularités de sa partie centrale, connue sous le nom de massif de Roussargue.

La plus occidentale des trois digitations est l'éperon dolomitique des Fauges, situé à cheval sur le bord oriental de la zone triasique et sur les couches garumniennes du vallon de Bassan. Sur son bord occidental, les dolomies kimeridiennes reposent directement soit sur le Trias supérieur, soit sur le Muschelkalk. Sur son bord oriental, une lame d'Hettangien, avec intercalation de Lias à silex vers la base, sépare les Dolomies du Garumnien. Vers le Sud-Ouest, on voit la série se compléter par l'apparition d'une lame de Bathonien calcaire et d'une lame de Bathonien marneux, effilées en pointe vers le Nord. La Dolomie, avant que la dénudation ait fait son œuvre, était certainement continue avec celle de la colline de la Garde, car dans l'intervalle il existe, entre les Plâtrières et Valcros, deux buttes de Trias supérieur, coiffées chacune d'un chapeau de dolomies kimeridiennes.

La plus importante digitation du massif de Roussargue est le Baou Rouge; elle s'étend au Nord jusqu'au vallon des Bosq. Sur son bord occidental, la série normale dont elle est formée comprend les dolomies hettangiennes, le Lias moyen et supérieur, le Bajocien, le Bathonien marneux et, au sommet, le Bathonien calcaire. L'Hettangien ne tarde pas à s'étirer et

manque dans la moitié nord du promontoire, ainsi que sur tout le bord oriental. Ici, le Lias fait également défaut, sauf au pied septentrional du Baou Rouge, au Sud du vallon des Bosq, où il est réduit à une lame fortement écrasée.

La bande liasique du bord occidental du promontoire se termine au Sud par un singulier enfoncement périclinal. Le Bathonien marneux se raccorde, par contre, avec la lame qui pénètre en coin sous les dolomies de l'éperon des Fauges, en contournant le sommet du vallon de Bassan. Ce point présente un intérêt capital. Les couches crétacées terminales, qui étaient, plus au Nord, en contact avec le bord sud-est de la zone triasique, sont encadrées, sur les deux bords du vallon, par les dolomies hettangiennes, sous lesquelles elles s'enfoncent, ainsi que Marcel Bertrand l'a depuis longtemps établi (3, 6). Elles s'enfoncent également au Sud sous les terrains jurassiques du massif de Roussargue et leur affleurement se termine par deux pointes, séparées par un monticule d'Hettangien. Il est impossible de douter que l'Hettangien s'étendait autrefois en nappe continue par-dessus le Garumnien et que celui-ci ait été amené au jour par l'érosion. Une confirmation de cette interprétation m'a d'ailleurs été fournie par la découverte d'un petit lambeau boisé de dolomies hettangiennes, séparé des affleurements des bords du vallon, qui repose sur les couches garumniennes couvertes de cultures. Il est situé à quelques mètres au Sud de la limite des communes de Roquevaire et d'Auriol.

On sait également que les couches terminales du Crétacé contournent tout le promontoire du Baou Rouge, sous lequel on les voit s'enfoncer sur tout son pourtour, et les apparences sont ici confirmées par les observations faites dans des galeries de mines, d'où Marcel Bertrand (3, p. 768) a tiré la conclusion que le Jurassique est en recouvrement sur le Crétacé.

Au Nord-Ouest du Baou Rouge se trouve un troisième promontoire, appelé la Liquette sur la nouvelle carte au 1/50 000. Il est séparé du Baou Rouge par un col qui aboutit au vallon des Bosq et qui correspond à une faille transversale, légèrement incurvée, mais orientée en moyenne W.S.W.-E.N.E. Les couches qui constituent ce promontoire ont subi un affaissement par rapport à celles du Baou Rouge. En effet, le long de la faille, les dolomies kimeridgiennes, qui forment une bande continue sur le bord nord-ouest, sont amenées dans le prolongement de la bande liasique du bord nord-ouest du Baou Rouge et se trouvent en contact le long de la faille. Au col, les calcaires séquanien butent contre le Bathonien marneux. Plus bas, vers

les Bosq, les couches les plus élevées du Bathonien marneux de la Liqueta sont abaissées au niveau des couches les plus basses du Bathonien marneux du Baou Rouge. Les divers termes du Jurassique de la Liqueta plongent vers l'Ouest ou vers le Nord-Ouest ; à l'extrémité nord du promontoire, les dolomies sont à à peu près verticales, d'où l'apparence trompeuse de charnière tournée vers le Nord¹.

L'éperon de la Liqueta est manifestement en recouvrement sur le Crétacé autochtone. Sur le bord sud-est, la superposition aux calcaires lacustres est évidente. Sur le bord nord-ouest, de grands éboulis masquent le contact, mais ils laissent apparaître une petite lame d'Hettangien, qui s'intercale entre les marnes bariolées du Garumnien et les dolomies kimeridgiennes.

Dans le prolongement vers le W. N. W. de l'axe du promontoire de la Liqueta, on rencontre, de l'autre côté de la vallée de Vède, que suit la route d'Auriol au Plan-d'Aups, et au delà du quartier des Étienne, des collines jurassiques alignées, dont Marcel Bertrand a reconnu dès 1888 (3, p. 754) la véritable nature, en les envisageant comme des lambeaux de recouvrement, reposant sur le Crétacé supérieur du bord nord-ouest de la Lare. Je les désignerai dorénavant sous la dénomination de *collines d'Encauron* ou de *rangée méridionale*, le nom de *collines des Lagets* convenant plutôt à une *rangée septentrionale*, parallèle à la première, qui aboutit à la Gastaude et qui est constituée par des lambeaux de recouvrement, de composition analogue, mais situés à cheval sur la limite de la zone triasique de l'Huveaune et de la bande néocrétacée.

Je décrirai d'abord la rangée septentrionale, qui comprend les hauteurs cotées 336 et 352 sur la nouvelle carte au 1/50 000 et, entre les deux, le rocher contre lequel est adossé le hameau supérieur des Lagets. Les trois collines sont en majeure partie formées de calcaires bathoniens-séquaniens (J_1^4), reposant, celle des Lagets entièrement, les deux autres à leurs deux extrémités, sur une lame de Bathonien marneux (J_{III}), qui réalise leur continuité, mais qui est cependant complètement étirée par places. Les calcaires séquaniens des Lagets supportent en outre un lambeau de dolomies kimeridgiennes. Sur son bord septentrional, le Bathonien des trois collines repose incontestablement sur le Trias supérieur, sauf au pied de la hauteur 336, où l'on aper-

1. J'ai cherché en vain à comprendre le sens de la phrase suivante qui figure dans un compte rendu de M. Repelin (18, p. 562) : « La coupe détaillée des Bosqs au sud d'Auriol, montre un pli anticlinal avec étirement dans la nappe chevauchée. »

çoit, sur le bord du chemin des Lagets, des calcaires lacustres, probablement garumniens, identiques à ceux sur lesquels s'appuie la terminaison sud-ouest du lambeau de recouvrement. Le bord méridional est marqué, par contre, par une faille verticale, vers laquelle plongent les couches jurassiques, en butant, sur plus d'un kilomètre de longueur, contre divers termes de la série néocrétacée. A peu près dans l'axe des trois collines se trouve le hameau de la Gastaude, adossé au Trias. Un peu en amont surgit, au milieu du vallon, un monticule de Dolomies, qui paraît reposer directement sur les argiles garumniennes.

La rangée méridionale, sensiblement parallèle à la précédente, commence et finit plus à l'Est. Elle comprend deux grands lambeaux de recouvrement, séparés par le vallon d'Encauron, et un grand nombre de petits lambeaux groupés autour du plus occidental. Celui-ci est très développé en longueur, il atteint 1 km. 1/2, sur une largeur maximum de 300 m. Il est principalement formé de Bathonien marneux, couronné d'îlots de Bathonien calcaire, mais, à son extrémité occidentale, la succession se complète à la base par l'introduction des deux termes du Lias (¹ et ¹⁵⁻³), le Lias moyen et supérieur formant également une lame étroite sous le Bathonien marneux, à l'extrémité nord-est. Les petits lambeaux épars sur tout le pourtour sont de simples rochers de calcaires bathoniens ou des îlots de Bathonien marneux; l'un d'eux, le plus méridional, est une brèche de dislocation.

Le lambeau oriental affecte une forme presque carrée. Sa base est constituée par du Bathonien marneux, couvert de cultures et de jachères, son sommet boisé est formé de Bathonien calcaire. Quelques gros blocs calcaires ont glissé sur ses pentes. Il repose sur du Santonien constitué par deux masses de calcaires à Hippurites séparées par des couches gréseuses, ce qui a conduit Marcel Bertrand à croire à un repliement en synclinal couché du soubassement crétacé de la colline. Au pied sud-est le Santonien supporte en outre des couches à Corbicules fuvéliennes et des argiles bariolées garumniennes.

Tous les lambeaux jurassiques de la rangée méridionale reposent d'ailleurs sur le Crétacé supérieur. Leurs contours sont dus exclusivement à l'érosion, sauf le bord septentrional du gros lambeau oriental, qui correspond à une faille rectiligne et, par conséquent, probablement verticale, à l'Est de la Gastaude. A son passage à un petit col, elle met le Bathonien marneux en contact avec un dôme de Muschelkalk. Plus bas, aussi bien à l'Ouest qu'à l'Est, elle fait buter le Trias supérieur contre divers termes du Néocrétacé.

Fait curieux, elle est située presque exclusivement dans le prolongement de la plus septentrionale des failles qui accidentent le bord nord du massif de la Lare (v. p. 120), mais il est difficile de les envisager comme une seule et même dislocation, car leur rejet est inverse. En effet, dans le tronçon ouest, la lèvre méridionale est affaissée par rapport à la lèvre septentrionale, tandis que, pour le tronçon est, c'est le contraire qui a lieu (pl. II).

On voit que la structure de ces différents lambeaux est exactement la même que celle du promontoire du Baou Rouge et des collines du bord nord-ouest de la zone triasique de l'Huveaune. Il n'y a aucun doute que toutes ces masses jurassiques n'aient constitué primitivement une seule et même nappe s'étendant indistinctement par-dessus la zone triasique, par-dessus le Crétacé autochtone du pourtour de la Lare et par-dessus celui de la rive nord de l'Huveaune. Mes observations confirment entièrement cette conclusion, à laquelle étaient arrivés Marcel Bertrand (11, p. 35) et, après lui, M. Repelin (15).

Mais les témoins de cette nappe ne s'arrêtent pas à l'Est avec les lambeaux des Lagets et d'Encauron. Au Sud de Saint-Zacharie, la zone triasique de l'Huveaune s'enfonce sous des couches liasiques. Les contours de la feuille d'Aix m'avaient fait considérer comme normale la superposition du Lias au Trias supérieur et m'avaient fait envisager le Trias de Saint-Zacharie comme le soubassement normal, en place, du Jurassique de l'Olympe. Partant de considérations différentes, M. Repelin (15) était arrivé à un résultat analogue. En réalité, les faits sont plus compliqués et doivent recevoir une interprétation toute différente.

Le Lias (15-3) qui affleure à l'Est du vieux chemin de Saint-Zacharie à la Sainte-Baume repose en discordance mécanique, sans interposition d'Infralias, soit sur le Trias supérieur, soit sur deux petits dômes de Muschelkalk. Il supporte du Bajocien et du Bathonien marneux, qui, par suite d'un étirement local du Lias, toujours fortement laminé, recouvre directement le plus méridional des deux dômes. Un peu plus au Sud, le Jurassique repose sur le Crétacé supérieur. On voit successivement, en allant de l'Ouest à l'Est, les dolomies hettangiennes, le Lias moyen à silex, le Bathonien marneux et le Bathonien calcaire coupés en sifflet au contact des calcaires lacustres, puis des calcaires à Hippurites du bord de la Lare.

Le Bathonien marneux s'enfonce à l'Est sous une muraille de calcaires bathoniens et séquaniens. On pourrait croire que les deux formations sont en superposition normale. Il n'en est rien,

car, plus au Nord, ces calcaires, presque horizontaux, s'appuient directement sur le Lias, puis sur des calcaires lacustres néocrétacés, que l'on suit à travers champs jusqu'aux alluvions de l'Huveaune. Vers le Sud, on voit le Bathonien calcaire reposer en discordance mécanique sur le Lias à silex, sur les dolomies het-tangiennes, sur les calcaires à Hippurites et sur les dolomies kimeridgiennes de la Lare. Après une profonde échancrure, où pénètrent les calcaires à Hippurites, les calcaires bathoniens et séquaniens forment un promontoire étroitement pédonculé¹, qui repose au Sud sur les calcaires à Hippurites de Notre-Dame-d'Orgnon, déjà signalés par Coquand (1). Le contact anormal entre les deux terrains s'observe encore sur environ 1 km. de longueur, au pied méridional de la Mouère. Plus à l'Est, les calcaires séquaniens sont en contact anormal avec des calcaires blancs portlandiens, qui appartiennent également au massif de la Lare².

Il existe donc, entre l'Huveaune au Nord et la dépression de Notre-Dame-d'Orgnon au Sud, une vaste dalle, presque horizontale, de calcaires bathoniens et principalement séquaniens, couronnée d'ailleurs de dolomies kimeridgiennes, sous laquelle s'enfonce la terminaison effilée de la zone triasique de l'Huveaune, mais qui repose, au Nord comme au Sud de cette zone, sur des calcaires lacustres néocrétacés, s'appuyant même au Sud sur les couches jurassiques des flancs de la Lare.

Nous sommes en présence d'une masse en recouvrement dont l'existence n'avait pas encore été signalée. On a vu plus haut qu'elle est séparée du Trias et du Crétacé autochtone par une lame fortement étirée de couches jurassiques inférieures, qui

1. En suivant, en septembre dernier, le lit entièrement à sec du Peyrueil, j'ai pu m'assurer que l'affleurement de calcaires à Hippurites est continu dans le fond de la gorge et que les calcaires qui portent la chapelle de Notre-Dame-d'Orgnon constituent un lambeau de recouvrement entièrement séparé par l'érosion de la masse principale (*Note ajoutée pendant l'impression*).

2. Ici mes observations se trouvent, une fois de plus, en contradiction avec celles de M. Repelin (28). Je voudrais pouvoir préciser les points de fait sur lesquels nous sommes en désaccord, mais je craindrais de trahir la pensée de mon contradicteur. Pour ce qui est des divergences dans nos interprétations respectives, si j'ai bien compris M. Repelin, il considère comme en place les bandes jurassiques de Saint-Zacharie que j'attribue aux terrains charriés, tandis que, inversement, le bord septentrional de la Lare, qui pour M. Repelin est en recouvrement, ne présente pour moi que des successions normales avec failles verticales (voir plus haut p. 120). Je doute que le lecteur, en l'absence de croquis ou de carte, puisse se faire une idée claire des conceptions tectoniques qui se font jour dans la note de M. Repelin. Quelques-unes lui sembleront pour le moins étranges. C'est ainsi qu'il est question de Bajocien, Bathonien et Oxfordien « très étirés dans la faille », de « ruban de dolomies de la série normale très redressées dans la faille d'effondrement ». On lit encore qu'on « n'a jamais signalé dans le contact (*sic*)... aucun terme bien net de la base de la série normale ».

semble devoir être homologuée aux lambeaux des Lagets et d'Encauron.

Pour comprendre la signification de cette grande dalle, il est nécessaire de suivre son extension au Nord de l'Huveaune et vers l'Est, en dehors des limites de la feuille d'Aubagne au 1/50000.

Les calcaires séquaniens de la dalle traversent l'Huveaune à la Foux et constituent les deux collines séparées par le vallon qui débouche sur la rive droite, à l'Ouest de l'auberge. Vers l'amont, on les suit bien au delà de la Sambuc, jusqu'au plateau de Mauroux, où la route de Nans se détache de la route de Brignoles. Partout ils plongent assez régulièrement au Sud. On devrait donc rencontrer au Nord le Bathonien marneux. Il n'en est rien et l'on voit les calcaires séquaniens s'adosser en contact anormal à des calcaires blancs du Portlandien, qui forment le Bois Saint-Clair et la longue croupe, cotée 581, située au Nord de la Sambuc. L'une et l'autre colline sont autochtones. Le Bois Saint-Clair, en particulier, est un petit dôme de Calcaires Blancs, sur lequel s'appuient, à l'Ouest et au Nord, des conglomérats et des calcaires lacustres oligocènes. C'est le pendant du dôme qui se trouve au Sud du sommet de Regaignas. La dalle de calcaires séquaniens n'est donc autre chose qu'une masse en recouvrement qui repose, au Sud, sur le bord septentrional du dôme autochtone de la Lare, au Nord, également sur des massifs autochtones, tandis qu'à l'Ouest on voit très nettement la zone triasique de l'Huveaune s'enfoncer en tunnel sous les terrains charriés (pl. II).

On est, dès lors, en droit de considérer les lambeaux de Lias et de Bathonien de Saint-Zacharie comme la base étirée de cette masse en recouvrement et d'attribuer tous ces éléments tectoniques à la même nappe que les lambeaux de recouvrement des Lagets et d'Encauron.

Lorsque nous étudierons les collines jurassiques de Nans, nous trouverons de nouveaux arguments en faveur de cette assimilation.

LA ZONE JURASSIQUE DE ROQUE-FORCADE ET DE NANS. — Entre le dôme de la Lare, au Nord, et le socle de la Sainte-Baume, au Sud, s'étend, large au maximum de 2 km., une zone de collines jurassiques, dirigée en moyenne S.W.-N.E., mais en réalité légèrement sinueuse. On la suit, sur une longueur d'environ 17 km., du col de Roque-Forcade, en passant par Nans, jusque vers Rougiers. Elle se détache à l'Ouest du massif de

Roussargue et se termine à l'Est en pointe effilée. Tous les termes de la série jurassique prennent part à sa composition, à l'exclusion de tout autre terrain. Leurs caractères lithologiques sont exactement les mêmes que dans les lambeaux de recouvrement situés au Nord-Ouest de la Lare.

A la hauteur du Plan-d'Aups, si l'on fait abstraction de quelques pointements rocheux, sur lesquels je reviendrai, la structure de la zone est remarquablement simple. Le Lias à silex (¹⁵⁻³), le Bajocien (^{J_{IV}}) et le Bathonien marneux (^{J_{III}}) sont seuls représentés et forment un synclinal largement ouvert, complètement vidé, immédiatement au-dessous du village, de tout terme de la série Oolithique. Sous le Lias s'enfoncent de part et d'autre les couches terminales du Crétacé, qui forment, sur les deux bords de la zone jurassique, des bandes étroites et discontinues. Vu la faible largeur de la bande liasique, Marcel Bertrand (3, 6, 11) avait conclu qu'elle est sans racines et que les deux bandes de Crétacé, constituant l'une l'enveloppe du dôme de la Lare, l'autre, le terme supérieur du socle de la Sainte-Baume, affaîssé le long d'une faille, se rejoignent en profondeur sous le Lias. Cette conclusion, qui, au droit du Plan-d'Aups, s'impose avec évidence, doit être nécessairement étendue à toute la longueur de la zone jurassique de Roque-Forcade à Nans, car cette zone est parfaitement continue jusqu'aux abords de Rougiers, ainsi que je l'ai établi dans des notes antérieures (24, 32) et contrairement aux indications de la feuille d'Aix, qui la figure interrompue dans la coupure transversale de l'Huveaune et à la Bastide-Neuve, au N.E. de Nans. Marcel Bertrand (3, p. 760) a, lui aussi, admis l'existence d'une interruption. « La ligne de coteaux jurassiques est continue, dit-il, sur huit kilomètres entre la Taulère et la Roque-Forcade, où elle va se relier au grand massif de Tête-de-Roussargue. Elle est interrompue au vallon de la Taulère par un *détroit* de poudingues, qui fait là communiquer les deux bandes crétacées ; mais elle reprend vers l'Est, du côté de Nans, où elle est même accompagnée de quelques îlots isolés au milieu des poudingues. » Il est évident que pour Marcel Bertrand la continuité *primitive* de la bande jurassique est certaine. Je m'étonne dès lors de voir M. Repelin (34, p. 132) revendiquer pour lui-même, dans les termes suivants, la priorité pour la constatation de la continuité : « L'hypothèse d'une grande nappe... n'a d'ailleurs jamais été complètement acceptée par le célèbre géologue (Marcel Bertrand) ¹ qui envisageait encore comme possible

1. Pour tout lecteur du Livret-Guide (11) cette assertion est manifestement contraire à la vérité. En 1900, Marcel Bertrand s'était rallié sans réserve à l'hypothèse d'une grande nappe unique.

celle d'un pli sinueux, parce qu'il ignorait certains faits, *comme la continuité de la bande de Nans avec la nappe de Roque-Forcade* que j'ai été le premier à signaler dans mes premières notes.» Or voici dans quels termes M. Repelin signale cette continuité (15): « La bande liasique et médio-jurassique située entre le Plan-d'Aups et La Lare... est en *continuité* vers l'Est avec le massif jurassique des environs de Nans, et d'autre part avec la série jurassique de Tête-de-Roussargue et de Roqueforcade ». Des faits sur lesquels M. Repelin s'appuie pour affirmer cette continuité, pas un mot ! Pas un mot de la prétendue interruption au défilé de l'Huveaune ! Pas un mot non plus de l'étroite bande jurassique allant de la Bastide-Neuve vers Rougiers, dont j'ai été le premier à signaler la continuité avec les collines de Nans ! Dans ces conditions, j'ai peine à comprendre l'insistance que met M. Repelin (34, p. 137) à revendiquer la priorité pour l'affirmation de la continuité de la zone qui nous occupe ¹.

Je vais maintenant décrire les modifications successives que présente la structure de la zone jurassique de Roque-Forcade et de Nans, en la suivant pas à pas de l'Ouest à l'Est.

Roque-Forcade est le nom d'une crête dentelée, orientée W.-E., qui sépare les eaux de la Vède de celles du Fauge, tributaire du ruisseau de Saint-Pons. Elle est formée de calcaires bathoniens et séquanien, qui couronnent une série normale de couches jurassiques presque horizontales, débutant au Nord-Ouest par les dolomies hettangiennes, ailleurs par le Lias à silex ou, lorsque celui-ci est étiré, par le Bathonien marneux. Au Nord-Ouest et au Sud-Est, la superposition des couches liasiques aux termes supérieurs du Crétacé est évidente. Au col de l'Espigoulier, que franchit à l'Ouest la route de Gémenos au Plan-d'Aups, un accident peu important masque à peine la continuité parfaite avec le massif de Roussargue. Au pied méridional de la crête, c'est-à-dire au sommet de la branche occidentale du ravin du Fauge, la disposition des strates est beaucoup plus compliquée ; on est en présence d'une dislocation de grande allure, dont Marcel Bertrand avait entrevu l'existence dès 1888 (3, p. 774, fig. 11), mais dont j'ai été le premier, en 1913 (19), à signaler l'importance. J'en ai publié peu après (31) une esquisse géologique exécutée d'après mes levés au 1/25 000. Je l'ai reproduite ci-contre (fig. 1), avec quelques corrections de détail.

1. Je comprends encore moins ce que vient faire dans le débat le compte rendu donné par la *Revue générale des Sciences* de ma communication à l'Académie des Sciences. Le fait n'aurait en lui-même aucune importance, si je n'étais pas membre du Comité de Direction de ladite revue. M. Repelin voudrait-il donner à penser au lecteur que c'est moi qui aurais inspiré le résumé incriminé ?

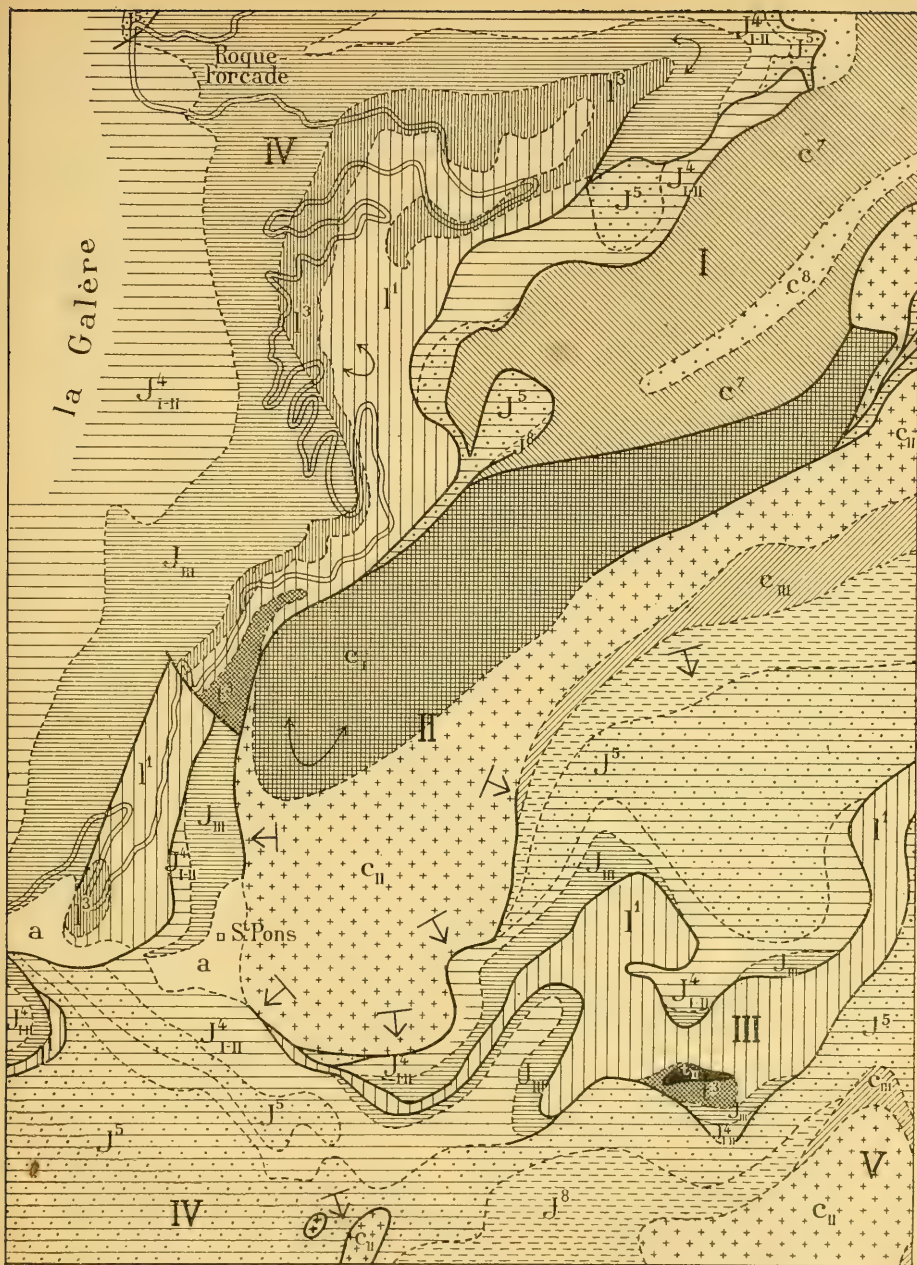


FIG. 1. — ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE LA TERMINAISON OCCIDENTALE DE LA CHAÎNE DE LA SAINTE-BAUME (vallons du Fauge et de Saint-Pons). Échelle 1/25000.

t₁, Trias moyen ; t₂, Trias supérieur ; l¹, Rhétien et Hettangien ; l², Lias moyen et supérieur ; J_m, Bajocien et Bathonien inférieur marneux ; J₁₋₁₁, calcaires du Bathonien supérieur et du Séquanien ; J₈, dolomies kimeridgiennes ; J₄, calcaires blancs portlandiens ; c_m, Hauterivien ; c_u, Urgonien ; c₁, Aptien ; c₂, calcaires à Hippurites santonien ; c₃, Sénonien d'eau douce ; a, alluvions et tufs calcaires.

nant la terminaison méridionale de la barre liasique et l'Hettangien qu'il enveloppe comme l'amorce du synclinal correspondant. L'existence de l'un et de l'autre pli est confirmée par l'examen, dans le vallon du Fauge, des allures des autres couches, tant inférieures que supérieures au Lias à silex (fig. 2).

Les dolomies hettangiennes peuvent être suivies vers le Sud jusqu'à un petit accident transversal, où s'arrête le Lias à silex qui les recouvre, et même au delà, jusqu'à la plaine quaternaire du vallon de Saint-Pons. Elles présentent, un peu au Nord du lacet d'où part le chemin de la Glacière, une très belle charnière ¹ à convexité tournée vers l'Est. Plus au Sud, l'anticlinal se redresse et son flanc inverse devient vertical (21, p. 173, fig. 2). En même temps, l'érosion fait apparaître son noyau triasique, enveloppé de Rhétien. Le Trias supérieur, avec gypses exploités, n'est visible que sur une longueur d'environ 600 m. et je ne vois pas du tout sur quels faits M. Repelin peut s'appuyer pour affirmer (13, p. 142) que ses affleurements « se poursuivent vers le Nord à l'état filonien (*sic*) presque jusqu'aux pieds des escarpements de Roque-Forcade ».

Le Bathonien marneux, très puissant dans le flanc normal de l'anticlinal, est complètement étiré dans le flanc inverse. Au pied de la crête de Roque-Forcade, ses couches, d'abord horizontales, se replient, vers le col du Cros, de manière à envelopper, en lames concentriques, la charnière du Lias. Les calcaires bathoniens et séquaniens, qui forment la crête, décrivent, au-dessus du col, la même courbure anticlinale. Ils supportent eux-mêmes les dolomies kimeridgiennes du col, également incurvées vers le Sud. Toutes les couches du Jurassique, à l'exception des calcaires blancs portlandiens, dessinent donc la charnière anticlinale, mais les couches supérieures sont coupées par une surface de glissement, qui, au Sud du col, les amène en contact ² avec une

1. M. Fournier (8, p. 679, fig. 21) a publié une « vue géologique du col de Bretagne et de la partie orientale du massif de Roussargues », qui est difficilement compréhensible, même si l'on tient compte du fait qu'elle est inversée. Il y figure une charnière dans l'« Infralias », mais le pli serait à peine déjeté. Le « Liasien » est représenté plongeant à 45°, alors qu'en réalité il est presque horizontal. Quant à la paroi de Lias à silex renversé, elle a complètement échappé à M. Fournier. Je dois cependant reconnaître que mon collègue a, lui aussi, après Marcel Bertrand, eu l'intuition d'un pli déversé vers le S.E. Je reviendrai plus loin sur l'interprétation de M. Fournier.

2. M. Repelin (20, p. 161) a décrit en ces termes la discontinuité qu'il constate entre les calcaires de la crête de Roque-Forcade et la barre rocheuse de calcaires séquaniens : « Ils en sont séparés, dit-il, par un petit col où les divers affleurements de la base de la série normale laminés, écrasés contre cette barre, passent sous la forme de feuillets méconnaissables, mais qu'on peut suivre cependant sans trop de difficultés ». Ces feuillets, méconnaissables pour M. Repelin, sont précisément ceux qui enveloppent le Lias et qui dessinent comme lui la charnière anticlinale du pli.

barre rocheuse de calcaires séquanien, que l'on pourrait être porté à envisager comme le flanc inverse du pli (fig. 2). On peut la suivre sans interruption depuis le col jusqu'à la gorge dans laquelle coule le torrent du Fauge, après la réunion de ses différentes branches¹. Elle comprend en réalité les trois termes supérieurs de la série jurassique : calcaires bathoniens et séquanien, dolomies kimeridgiennes, calcaires blancs portlandien. C'est tantôt l'un tantôt l'autre qui est laminé. Les calcaires séquanien sont entrelardés d'innombrables veines spathiques ; les calcaires portlandien n'existent plus que sur la croupe traversée par le raccourci qui conduit à la Glacière. Les plongements sont assez variés, mais ils correspondent bien à une disposition synclinale des couches. Et comme celles-ci se présentent toujours en succession normale, il est manifeste que la barre rocheuse correspond, non au flanc inverse de l'anticlinal, comme je l'avais cru tout d'abord, mais au flanc normal du synclinal correspondant, le synclinal lui-même étant conservé sur une partie du trajet. L'accident qui met en contact les divers termes du Jurassique du pli anticlinal avec la barre de calcaires séquanien n'est donc pas un pli-faille inverse, comme il pourrait sembler à première vue, c'est un glissement suivant un plan parallèle au plan axial de l'anticlinal, glissement qui a donné lieu, dans l'intérieur du pli, à toute une série de contacts anormaux. C'est ainsi que les Dolomies de la charnière anticlinale sont descendues au niveau des calcaires séquanien de la barre et que le Bathonien marneux de la charnière vient toucher les Dolomies du synclinal. Plus bas, ce sont constamment les dolomies hettangiennes qui se trouvent en contact avec les calcaires séquanien ou avec les dolomies kimeridgiennes de la barre. Et ce contact est si particulier que l'on est en droit de se demander s'il n'est pas préexistant au pli, ce qui expliquerait l'absence du Lias à silex et du Bathonien marneux. Quoiqu'il en soit, on constate presque toujours une discordance angulaire entre l'Hettangien et le Séquanien ou le Kimeridgien, soit que les bancs de l'Hettangien qui viennent en contact avec la barre soient plus ou

1. M. Repelin (20, p. 161) tient à ce que l'on sache que cette barre rocheuse était nettement indiquée sur sa première minute envoyée en communication au Service de la Carte géologique. Je n'ai jamais voulu prendre connaissance des minutes envoyées par M. Repelin au Service de la Carte et ne puis donc citer que les observations que M. Repelin a jugé opportun de publier. La barre rocheuse figure d'ailleurs en partie sur la feuille de Marseille de la Carte géologique ; mise en vente en 1890. De même les Dolomies du col de Cros, que M. Repelin dit avoir signalées depuis longtemps (34, p. 138), sont déjà indiquées sur une coupe de Marcel Bertrand (11, p. 31, fig. 24). Je n'ai donc pas eu « à vérifier » les observations de M. Repelin.

moins horizontaux et correspondent au flanc normal du synclinal, soit qu'ils soient redressés verticalement, comme à la Gypièrre, auquel cas ils représentent le flanc oriental de l'anticlinal, toute trace du synclinal ayant disparu. Si l'on admet un étirement du Lias à silex et du Bathonien marneux antérieur à la formation du pli de Roque-Forcade, on s'explique assez facilement le déversement de ce pli vers le Sud-Est, c'est-à-dire en sens contraire du grand pli couché, qui, dans l'hypothèse de Marcel Bertrand, aurait donné naissance aux nappes de la Sainte-Baume. Mais je reviendrai plus loin sur cette question, qui touche à l'interprétation générale de la tectonique de la région.

Le contact des terrains charriés affectés par le pli de Roque-Forcade avec les terrains autochtones et avec la série renversée mérite un examen spécial.

Tout le long du ravin qui descend du col du Cros vers le Sud-Ouest, la barre de calcaire jurassique surplombe les calcaires à Hippurites de la bande du Plan-d'Aups. Plus bas, dans le vallon du Fauge, les couches verticales du calcaire à Hippurites s'enfoncent sous une lame de dolomies kimeridgiennes presque horizontale, continue avec la barre, lame qui présente ici toutes les allures d'un bord de nappe. Il nous sera facile plus tard de préciser avec quelle nappe du versant méridional de la Sainte-Baume elle était autrefois en continuité. Vers le Sud, les dolomies kimeridgiennes se redressent et forment une muraille verticale, qui sépare les dolomies hettangiennes, non plus des calcaires à Hippurites autochtones, mais de l'Aptien de la série renversée. Enfin, elles s'étirent entièrement. Vers l'aval, aux Gypières, l'Hettangien du flanc oriental du pli de Roque-Forcade s'étire lui aussi et c'est maintenant le Trias supérieur qui se trouve en contact direct avec la série renversée. Mais ici l'Urgonien du flanc occidental de la voûte dont il a été question plus haut (p. 126) s'intercale entre le Trias et l'Aptien. Puis, brusquement, une faille transversale met fin au Sud aux affleurements triasiques. Je réserve pour un chapitre ultérieur la description des terrains qui se trouvent au Sud de la faille et j'aborde maintenant l'étude de la continuation vers le Nord-Est de la zone de Roque-Forcade.

Sur le versant nord du col du Cros, les dolomies kimeridgiennes reposent directement sur les conglomérats garumniens. Au pied de l'escarpement de Roque-Forcade, au Nord du vallon, c'est ensuite le Lias à silex ou le Bathonien marneux du flanc normal du pli qui s'appuie sur le Garumnien. Il n'y a plus ici aucune trace de charnière, car l'érosion a fait son œuvre, mais

il semble qu'un lambeau de recouvrement de calcaires séquanien fortement laminés, qui figure déjà sur la feuille de Marseille, représente un reste du flanc inverse. Nous en rencontrons d'autres en poursuivant notre étude vers l'Est.

Nous abordons maintenant un segment de la zone jurassique en recouvrement qui affecte une allure synclinale assez régulière et symétrique. Entre le point où la route de Gémenos aborde le Plan-d'Aups et la Grande Bastide, toutes les couches du fond de la cuvette, ou, plus exactement, tous les termes de la série normale supérieurs à l'Aalenien ont été enlevés par dénudation et l'on peut circuler longtemps sur le plateau boisé, découpé de ravins profonds, sans rencontrer autre chose que du Lias. Mais si l'on descend dans certains ravins, on éprouve une étrange surprise. Au lieu de trouver sous le Lias à silex son substratum normal, les dolomies hettangiennes, on rencontre des calcaires café-au-lait à veines spathiques, que l'on ne peut hésiter à attribuer au Séquanien, ou, à la rigueur, au Bathonien calcaire. Dans le ravin occidental, on observe, tout près de la route, ces calcaires en couches horizontales sous le Lias, également horizontal. Leur affleurement est peu étendu, c'est une « boutonnière », une véritable fenêtre, qui permet de constater l'existence sous le Lias charrié, d'un flanc inverse très étiré.

Plus à l'Est, au delà du chemin qui conduit du Plan-d'Aups à l'Adret, en traversant toute la zone liasique, *les mêmes calcaires pointent sous le Lias*. Ils sont redressés verticalement et accusent de même que le Lias voisin, des contournements étranges. M. Repelin nie que l'on soit ici en présence de fenêtres (34, p. 134) et n'a vu, dit-il, « que des affleurements de Bathonien et de Bajocien pincés dans le synclinal de la nappe liasique ». Marcel Bertrand (11, p. 31, fig. 25) avait également adopté cette interprétation. J'ai eu, par contre, récemment le plaisir de montrer ces accidents, d'abord à mon collaborateur M. Lanquine, puis à mon collègue et ami M. Kilian et ils se sont tous deux entièrement ralliés à ma manière de voir. Depuis, j'ai observé, plus à l'Est encore, dans le ravin qui précède la Grande Bastide, des faits qui apportent des arguments nouveaux et absolument décisifs en faveur de mon interprétation. Les calcaires séquanien, non moins laminés que dans les autres fenêtres, sont ici accompagnés d'une bande de Bathonien marneux, qui plonge très visiblement sous le Lias à silex. Et brusquement, dans le fond du vallon, on aperçoit sous ces couches jurassiques et entièrement entouré par elles, un affleurement elliptique de poudingues begudiens d'environ 200 m. de grand axe (pl. II). Ce sont les

mêmes poudingues qui, à la Grande Bastide, s'enfoncent nettement sous la zone liasique charriée, mais ils sont séparés du Lias par une lame de Bathonien marneux, puis, plus à l'Est, par de simples esquilles de calcaire séquanien. Il ne saurait donc y avoir de doute sur l'existence, sous le Lias, aussi bien sur le bord de la masse charriée que dans l'intérieur, où elles apparaissent dans des fenêtres, de lames de Bathonien et de Séquanien, représentant le flanc inverse d'un pli couché. Marcel Bertrand a d'ailleurs signalé depuis longtemps (3, p. 763), au Sud de la zone liasique, sur le bord de la vieille route de Saint-Zacharie au Plan-d'Aups, un lambeau de recouvrement de Bathonien marneux, reposant sur les poudingues bégudiens¹. C'est évidemment aussi un témoin du flanc inverse.

Un peu à l'Ouest de la Grande Bastide, il se produit un abaissement d'axe de la zone liasique charriée, grâce à quoi on rencontre de nouveau, dans la région médiane du synclinal, du Bajocien, ici très fossilifère, et du Bathonien marneux. Le substratum du Lias n'apparaît nulle part, et, sur le bord méridional de la zone, le Lias et le Bathonien charriés butent par faille, sur une longueur de près de 2 km., contre les dolomies kimeridiennes du socle autochtone de la Sainte-Baume.

A partir de la Taurelle (Taulère du 80 000^e), le Lias de la zone de Roque-Forcade s'étire entièrement et l'on n'en rencontre plus la moindre trace jusqu'à la Tuilière, au Nord-Est de Nans. La base de la série normale est constituée par le Bathonien marneux, mais nous allons de nouveau voir apparaître, en divers endroits, les calcaires bathoniens et séquaniens du flanc inverse.

Nous sommes arrivés maintenant au défilé de l'Huveaune, où, d'après les tracés de la feuille d'Aix, la zone jurassique en recouvrement serait interrompue par un détroit de poudingues marqués comme aquitaniens, mais en réalité néocrétacés, ainsi que l'a établi Marcel Bertrand (3, p. 760), qui croyait pouvoir confirmer l'existence du détroit, tout en admettant la continuité primitive de la zone jurassique. En réalité, les affleurements de poudingues, au Nord et au Sud de cette zone, sont séparés par une bande de Bathonien marneux, large, dans le fond du vallon, de 400 m., mais qui s'élargit considérablement sur les deux versants. Au milieu de ce Bathonien marneux, on voit pointer deux lames de calcaires bathoniens ou séquaniens fortement étirés, qui appartiennent manifestement au flanc inverse (fig. 3).

1. Ces poudingues sont séparés par une vraie faille des calcaires à Hippurites du Plan-d'Aups. Il n'y a pas de doute cependant qu'ils appartiennent comme eux à la série autochtone.

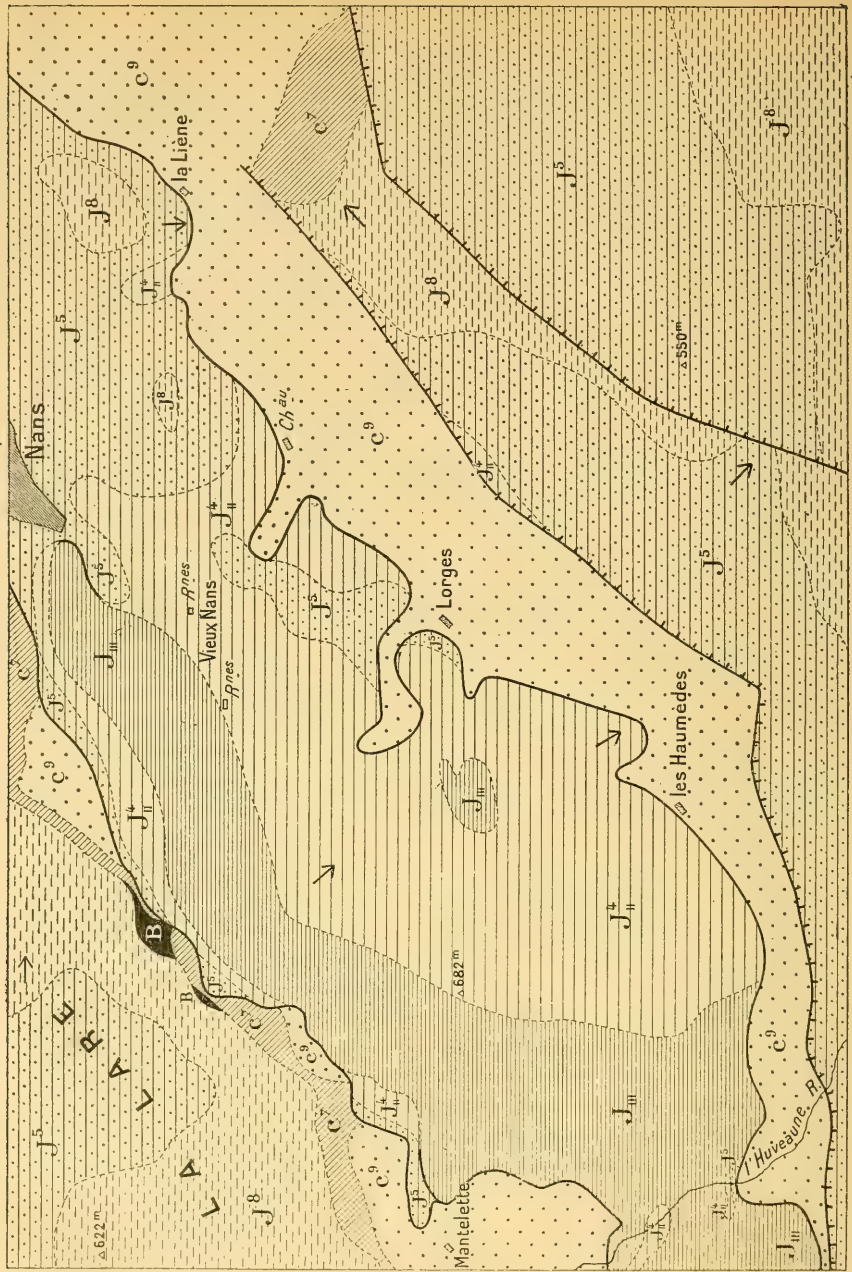


Fig. 3. — Esquisse
GÉOLOGIQUE DES
COLLINES AU SUD
DE NANS.

Échelle: 1/20 000.

- J¹⁰, Bathonien mar-
neux;
- J¹⁴, calcaires du Bra-
thonien supérieur et
du Séquanien;
- J¹⁵, dolomies kimerit-
ziennes;
- J¹⁶, calcaires blancs
portlandiens;
- B, bauxite;
- c⁷, calcaires à Hippu-
rites;
- c⁹, Sénonien d'eau
douce

Au delà du défilé de l'Huveaune, la zone jurassique reprend, dans la colline du Vieux-Nans, sa largeur normale et les différents termes du Jurassique, à partir du Bathonien marneux et jusqu'aux dolomies inclusivement, prennent part à sa composition (fig. 3). Le Bathonien marneux n'affleure que sur le versant nord-ouest de la colline, où il forme une bande continue, depuis le défilé jusqu'au cimetière de Nans. Deux bandes d'inégale importance de calcaires bathoniens et séquaniens flanquent de part et d'autre cet affleurement. Sur le versant sud-est, une épaisse lame constituée par ces calcaires s'appuie sur le Bathonien marneux en repos normal et descend de la crête jusqu'à la bande garumnienne des Haumèdes, son inclinaison se confondant à peu près avec la pente du terrain. Elle va en se rétrécissant, par le Vieux-Nans, jusqu'au voisinage immédiat du village de Nans. L'autre bande, confinée sur le bord nord-ouest de la colline, est beaucoup plus étroite et s'enfonce sous le Bathonien marneux. La bande supérieure supporte, entre Lorges et Nans, de petites lèches de dolomies kimeridgiennes en repos normal. En outre, sur le bord nord-ouest, une bande très étroite des mêmes dolomies, continue sur une longueur d'environ 1200 m., plonge sous la bande inférieure. Les couches se succèdent donc, dans la colline du Vieux-Nans, dans l'ordre suivant, du N.W. au S.E. : J⁵, J⁴, J^{III}, J¹, J⁵. Leur plongement au Sud-Est est très régulier. Leur disposition anticlinale ne peut faire aucun doute¹.

Un examen superficiel pourrait faire envisager la colline du Vieux-Nans comme un anticlinal enraciné déversé au Nord-Ouest, mais on ne tarde pas à se convaincre qu'elle est en recouvrement, ce qui d'ailleurs est évident pour l'observateur qui a suivi la zone jurassique depuis Roque-Forcade et qui a pu s'assurer de sa continuité. En effet, les terrains néocrétacés, qui, au Nord-Ouest et au Sud-Est, sont en contact avec les terrains jurassiques, s'enfoncent partout sous la colline. Sur le bord nord-ouest, les Dolomies ou les calcaires séquaniens du flanc inverse reposent soit sur les conglomérats bégudiens, soit sur les calcaires à Hippurites, soit encore sur le Jurassique supérieur du bord sud-est du dôme de la Lare. Dans ce dernier cas, une faible épaisseur de bauxite s'intercale souvent entre le Jurassique autochtone et le Jurassique charrié. La ligne de contact anormal est sinueuse et passe indifféremment sur un côté ou sur l'autre du vallon qui sépare les deux collines.

1. Malgré l'évidence, M. Repelin affirme la « disposition synclinale incontestable » du Jurassique de la région de Nans (20, p. 161), sans d'ailleurs invoquer aucun fait précis en faveur de sa manière de voir.

Sur le bord sud-est, les calcaires bathoniens ou séquaniens et les dolomies kimeridgiennes du flanc normal sont exclusivement en contact avec le terme le plus élevé de la série néocrétacée, avec les conglomérats bégudiens, et ces conglomérats, au lieu de s'élever en forme de lèches sur les flancs de la colline, échancrent profondément la limite des affleurements jurassiques, ainsi que l'a reconnu Marcel Bertrand (11, p. 33). Ils ne pénètrent que fort peu dans le vallon à l'Est des Haumèdes et dans celui qui débouche à l'Ouest de Lorges, mais ils montent dans les deux vallons situés au Nord de Lorges, jusqu'à mi-hauteur de la colline, et, dans les quatre cas, ils s'enfoncent manifestement sous les calcaires séquaniens. En même temps, l'érosion fait apparaître sous ces calcaires, à l'Ouest de Lorges, le Bathonien marneux de la région axiale de l'anticlinal (fig. 3).

Le recouvrement de la colline du Vieux-Nans est donc aussi évident que sa nature anticlinale, mais il y a lieu de se demander si la concavité de la charnière de ce pli sans racines était tournée au Nord-Ouest et aurait alors été entièrement enlevée par l'érosion, ou au Sud-Est, auquel cas elle serait enfouie dans les couches néocrétacées. Le plongement du plan axial de l'anticlinal vers le Sud-Est ne saurait évidemment être invoqué en faveur de la première hypothèse, car on pourrait être en présence d'un pli plongeant. En réalité, le choix entre les deux interprétations est très difficile, car le pli a été coupé à sa base par une surface de charriage très oblique par rapport au plan axial et aux flancs de l'anticlinal, de sorte que la charnière peut avoir disparu en raison de cette circonstance et non par érosion. C'est donc surtout par analogie avec le pli de Roque-Forcade que je conclus en faveur de l'existence primitive d'une charnière ouverte au Nord-Ouest, bien qu'il n'y ait, en avant de la colline du Vieux-Nans, aucune trace de la présence d'un synclinal correspondant à l'anticlinal, contrairement à ce que l'on observe en dessous du col du Cros. On va voir que la structure des collines situées au Nord-Est de Nans s'explique sans difficulté dans la même hypothèse, qui suppose une poussée dirigée vers le Sud-Est.

À l'extrémité nord-est de la colline du Vieux-Nans, il se produit un abaissement d'axe qui fait disparaître le Bathonien marneux et les calcaires bathoniens et séquaniens sous les dolomies du flanc normal du pli. Celles-ci constituent en majeure partie la plaine cultivée au Nord du village ; elles s'appuient à l'Ouest sur les calcaires à *Ilippurites* autochtones et s'enfoncent à l'Est sous les Calcaires Blancs. L'abaissement d'axe se manifeste également dans la petite colline de la Liène, où, sur le bord sud-

ouest, les calcaires séquaniens superposés aux conglomérats bégudiens s'enfoncent sous les Dolomies, tandis que, sur le bord nord-est, celles-ci disparaissent sous les Calcaires Blancs.

Sur le plateau boisé situé au Nord-Est de Nans et au Nord de la colline de la Liène affleurent surtout des Calcaires Blancs, en couches souvent horizontales, sous lesquels apparaissent par places, et notamment sur le bord est, des Dolomies. C'est tantôt l'une, tantôt l'autre des deux formations qui, sur ce bord, viennent en contact avec les conglomérats bégudiens. Mais, au lieu de surplomber ces couches terminales du Crétacé, elles plongent généralement vers elles, comme si elles s'enfonçaient dessous. Mais la superposition normale et transgressive des conglomérats bégudiens est d'autant plus invraisemblable qu'un peu plus à l'Est, le Fuvélien affleure sur les deux rives du Cauron ¹.

On doit donc conclure que, contrairement aux apparences, ce Jurassique, d'ailleurs continu avec celui des collines de Nans, est en recouvrement sur le Néocrétacé. Les plongements vers le Sénonien lacustre s'expliquent si l'on suppose que le bord est du plateau correspond à l'amorce d'une charnière anticlinale plongeante, à concavité tournée vers l'Ouest, qui s'enfoncerait dans le Crétacé du soubassement autochtone. Ce serait le prolongement de la charnière dont j'ai admis l'existence au Sud de Nans.

Pour l'étude de la partie des collines de Nans décrite jusqu'ici je me suis trouvé dans des conditions exceptionnellement favorables, ayant eu à ma disposition, pour mes levés géologiques, les levés topographiques de précision au 1/10 000. Mais ceux-ci s'arrêtent actuellement au Nord au parallèle 48G20, de sorte que j'ai été réduit, pour les collines situées plus au Nord, à me servir de la carte de l'État-Major au 1/80 000 ou de l'amplification au 1/50 000, dont l'exactitude laisse beaucoup à désirer.

La partie septentrionale du plateau boisé dont je viens de décrire la partie méridionale (coté 457 sur la carte de l'État-Major) est constituée exclusivement par des dolomies kimeridiennes, contrairement aux indications de la feuille d'Aix, qui figure ici un liseré de Trias supérieur.

Ces dolomies s'étendent à l'Ouest jusqu'à un vallon, creusé dans des conglomérats attribués par M. Collot à l'Aquitaniens, mais dont M. Repelin a récemment établi l'âge néocrétacé (35) ². Elles font face aux calcaires séquaniens du bois situé dans l'angle des deux routes, au Sud de la Poussière. Dans le haut du vallon,

1. Ses lignites ont fait l'objet d'une tentative d'exploitation.

2. Sur la carte schématique, pl. II, j'ai encore suivi les indications de Collot et j'ai placé les conglomérats du Logis de Nans dans l'Oligocène.

elles sont en continuité avec celles de Grimaud, qui reposent directement sur ces calcaires séquaniens. Ceux-ci sont en outre en continuité parfaite avec la dalle de la Sambuc, dont il a été question plus haut. Ainsi se trouve démontrée la continuité de cette masse en recouvrement avec les collines de Nans, également en recouvrement, et il est établi que *le massif autochtone de la Lare est entouré par une ceinture complète de Jurassique en recouvrement, évidemment découpée dans une nappe de charriage, qui primitivement devait s'étendre par-dessus le dôme* (pl. II).

D'après les contours de la feuille d'Aix, le plateau jurassique au Nord-Est de Nans (cote 457) serait séparé, par une bande étroite de Fuvélien, d'une colline orientée W.-E., qui barre la vallée du Cauron au Nord de la Tuilière. Or cette bande n'existe pas, car j'ai pu m'assurer (32, p. 212) que l'on peut passer du plateau de Nans à la colline de la Tuilière sans cesser de fouler un seul instant les dolomies kimeridgiennes. La continuité est parfaite, le Fuvélien forme simplement une échancrure dans la zone jurassique, qui en rétrécit considérablement la largeur.

Dans la colline de la Tuilière on observe, sur le versant nord, une succession complète de tous les termes du Jurassique, depuis l'Hettangien jusqu'au Kimeridgien, plongeant régulièrement vers le Sud, vers le Fuvélien. Ici aussi, les apparences pourraient faire croire à la superposition normale du Crétacé supérieur aux Dolomies et c'est là une des raisons qui nous avaient fait conclure autrefois, M. Léon Bertrand et moi (16, 17), à l'enracinement des collines de Nans et du Trias de Rougiers sous le socle de la Sainte-Baume. Mais, sur le bord méridional de la colline, on voit distinctement les calcaires séquaniens se relever et les calcaires lacustres néocrétacés s'enfoncer sous ces calcaires avec le même plongement. On ne peut donc pas douter que la colline de la Tuilière soit en recouvrement sur le Crétacé autochtone. Continue à l'Ouest avec les collines de Nans, elle se prolonge vers l'Est par une étroite bande d'Hettangien, qui s'effile en pointe avant d'atteindre le Vieux-Rougiers, ainsi que cela a été indiqué sur la feuille d'Aix, et bute par faille contre les terrains jurassiques du socle de la Sainte-Baume.

Sur le bord septentrional de la colline de la Tuilière, l'Hettangien ou le Lias moyen reposent directement sur le Muschelkalk de la nappe triasique de Rougiers. Le prolongement oriental des collines de Nans présente donc, par rapport à cette nappe, les mêmes relations que les collines jurassiques des environs d'Auriol par rapport à la nappe triasique de l'Huveaune. L'homologie est parfaite.

LES NAPPES DU VERSANT MÉRIDIONAL¹. — On a vu plus haut que la série renversée de la crête constitue également la partie supérieure du versant méridional de la Sainte-Baume. Ses termes inférieurs — supérieurs par suite du renversement — affleurent suivant des bandes qui occupent à peu près le milieu de la hauteur de ce versant. Plus bas, ils s'enfoncent sous une série, plongeant en général comme elle régulièrement vers le Sud ou le Sud-Est, où les termes se succèdent dans l'ordre normal, bien qu'ici aussi l'on rencontre localement des termes renversés et que des répétitions de couches viennent accider la régularité de la succession. Il y a donc lieu de décrire successivement plusieurs secteurs de cette zone du versant méridional, car dans chacun d'eux les allures tectoniques présentent des particularités qu'il importe de mettre en évidence.

Je commencerai cette étude par la description d'un secteur médian, où justement la structure atteint son maximum de simplicité. Il est situé à l'Est du méridien de Cuges, plus exactement entre la source d'Aubagnière et le Puits d'Arnaud, à l'Ouest de Riboux. Ces deux points permettent également de préciser la ligne suivant laquelle la série renversée fait place au Sud à la série normale. Partout les deux séries sont séparées par une ligne de contact anormal, affleurement d'une surface de charriage marquée par des étirements intenses. C'est ainsi que, entre Aubagnière et l'Escoussaoux, les calcaires séquaniens et bathoniens de la série renversée sont fortement laminés et marmorisés. Leurs affleurements sont discontinus, de sorte que la série normale s'appuie souvent directement sur les dolomies kimeridgiennes. Elle débute elle-même, en beaucoup d'endroits, par les dolomies hettangiennes. Ailleurs et notamment sur le versant ouest du vallon qui descend d'Aubagnière sur Cuges, le Trias supérieur, représenté par des cargneules, et le Rhétien s'intercalent entre les deux dolomies et forment la base de la série normale. Quelquefois on observe en outre une lame peu épaisse de Muschelkalk, qui, par suite de l'étirement des termes intermédiaires, peut supporter directement l'Hettangien, comme par exemple à l'Escoussaoux. A partir de l'Hettangien les divers termes se succèdent vers le Sud en superposition normale, sans étirements, sans répétitions, jusqu'aux dolomies kimeridgiennes. Leurs faciès sont absolument les mêmes que dans les masses en recouvrement du versant septentrional de

1. Une partie importante des observations sur le versant méridional de la Sainte-Baume revient à M. A. Lanquine, qui m'a accompagné dans plusieurs tournées aux environs de Cuges et de Signes.

la Sainte-Baume. Leur pendage vers le S.S.E. est parfaitement régulier.

Les calcaires bathoniens et séquanien et les dolomies kimeridgiennes sont entamés par le bord septentrional de la plaine de Cuges, tandis que sur le bord méridional affleure l'Urgonien.

A l'Est du vallon du Serre, qui a son origine non loin du Puits d'Arnaud, apparaissent déjà des complications qui n'ont pas leur équivalent dans le secteur que nous venons d'envisager et qui justifient l'attribution des collines situées sur la rive gauche de ce vallon à un autre secteur, auquel on peut assigner comme limite orientale le méridien passant par la ferme du Pied de la Colle. Ici se trouvent accumulées des complications tectoniques tout à fait inattendues, aussi me suis-je astreint à lever cette région avec tout le détail qu'elles comportent, en m'adjoignant pour toutes les courses la collaboration de M. Lanquine. Je vais essayer de donner une idée des dislocations qui ont affecté ce secteur en décrivant sommairement les plus importantes, en procédant du Nord au Sud.

A peu près à égale distance du Puits d'Arnaud et du Pied de la Colle, à 600 m. à l'Est de la limite des feuilles d'Aubagne et de Cuers de la nouvelle carte au 1/50 000 (3 G 80), se trouve un ravin qui descend des pentes de la Sainte-Baume et qui coupe successivement tous les termes de la « série renversée » depuis l'Urgonien jusqu'au Bathonien marneux. Plus bas affleurent, en succession inverse, le Lias à silex et l'Hettangien. Ces deux termes présentent exactement le même plongement que les termes précédents. Ils semblent leur faire suite normalement, et l'on pourrait donc être tenté de les attribuer également à la série renversée. Si toutefois l'on suit les affleurements vers l'Ouest, on constate qu'entre le Bathonien marneux et le Lias à silex s'intercale bientôt une lame épaisse d'Hettangien. Il est évident que l'on est en présence d'une bande isoclinale de Lias, repliée en synclinal et refoulée sur le Bathonien marneux. Mais ce Bathonien n'appartient, lui non plus, à la « série renversée ». En effet, si on le suit vers l'Ouest, on voit s'intercaler, entre les calcaires séquanien du flanc sud de la Sainte-Baume et lui, une lame étroite de Muschelkalk. A 400 m. à l'Ouest du bord oriental de la feuille d'Aubagne, ce Muschelkalk et le Bathonien marneux ont déjà disparu et c'est l'Hettangien qui vient en contact direct avec le Séquanien de la « série renversée ». Il en est de même à l'Ouest du Pied de la Colle. La bande de Bathonien marneux n'existe donc que sur une longueur de 1 km. environ.

Au Sud du synclinal liasique apparaît, sur une faible longueur

seulement, une seconde bande de Bathonien marneux, extrêmement étroite, qui supporte des calcaires bathoniens ou séquaniens fortement laminés, constituant, sur une longueur de 200 m. environ, une crête rocheuse, traversée par le ravin qui descend des flancs de la Sainte-Baume. Une barre de même composition existe plus à l'Ouest, à la limite des deux feuilles. Elle est coincée entre l'Hettangien et un affleurement très peu étendu du Trias supérieur.

Toute la zone extraordinairement compliquée que je viens de décrire ne dépasse pas 200 m. en largeur, sur une longueur d'environ 1 km. J'en ai beaucoup exagéré les dimensions sur l'esquisse tectonique qui accompagne le présent travail (pl. II) et je lui ai donné à tort l'aspect d'un lambeau de recouvrement détaché par l'érosion de la « nappe de Riboux », alors qu'en réalité elle est en continuité avec cette nappe.

Plus au Sud s'étend une zone, large de 500 à 700 m. Elle traverse tout le secteur et se trouve en contact au Nord, sauf dans la partie médiane, avec les calcaires séquaniens et bathoniens ou avec les dolomies kimeridgiennes de la « série renversée ». Elle est constituée presque exclusivement par des bandes alternantes d'Hettangien et de Muschelkalk. Ces deux termes se trouvent le plus souvent en contact direct, les Marnes Irisées et le Rhétien étant presque toujours laminés. Les bandes de Muschelkalk, dont le nombre varie de 2 à 5, suivant la coupe envisagée, forment généralement des intercalations isoclinales dans l'Hettangien. L'une d'elles se présente toutefois sous l'aspect d'une voûte très surbaissée, qui fait affleurer le Muschelkalk, à peu près à mi-chemin entre Riboux et le Pied de la Colle, sur une longueur de 700 m. et sur une largeur de 300, tandis que les autres bandes sont beaucoup plus étroites et plus développées en longueur, l'une d'elles pouvant être suivie sans interruption sur plus de 2 km., bien au delà du ravin du Pied de la Colle.

La bande d'Hettangien la plus méridionale est en continuité avec celle qui traverse le secteur précédent et la bande de Lias à silex qui lui fait suite normalement au Sud est, de même, continue avec la bande de Lias à silex de ce secteur. Les deux termes du Lias se présentent en couches horizontales ou plongeant vers le Sud. Le Lias moyen bute au Sud par faille contre le Bathonien marneux de la plaine de Riboux, mais cet accident, de même qu'une petite faille qui, d'une manière tout à fait locale, sépare l'Hettangien du Lias à silex, est loin d'avoir la signification que lui attribue M. Repelin (13). Je ne puis souscrire à l'affirmation que « l'existence de ces failles verticales aura une grande importance pour l'interprétation des coupes générales du massif ».

Le Bathonien marneux de la dépression de Riboux supporte normalement une barre de Bathonien calcaire que l'on suit vers le S.E. jusqu'à Cuges et vers l'Est jusqu'à 1 km. environ à l'Ouest des Maulnes. Mais elle est interrompue sur une centaine de mètres de longueur, immédiatement à l'Ouest du point où la route de Riboux atteint son maximum d'altitude; puis, sur 300 m., au Sud de Riboux et, enfin, une troisième fois, cette fois-ci sur une longueur de 800 m., dans la dépression où passe le chemin de Croquefigue au Pied de la Colle, entre les sommets 659 et 621 de la carte au 1/10 000. La signification de ces trois interruptions apparaît clairement, dès que l'on a constaté l'existence, au Sud de la barre de Bathonien calcaire, d'une seconde bande de Bathonien marneux, suivie d'une seconde barre de Bathonien calcaire. La bande de Bathonien marneux est continue depuis la colline cotée 497, à l'Ouest de la villa Sainte-Marie (feuille d'Aubagne), jusqu'à la colline 627, au Nord de la maison de Crispin (feuille de Cuers). La seconde bande de Bathonien marneux communique en trois endroits avec la première, précisément aux trois interruptions de la première barre de Bathonien calcaire. Il est évident que cette première barre correspond à un synclinal et que la deuxième bande de Bathonien marneux correspond à un anticlinal. Comme le plongement de toutes ces couches bathoniennes est très constant et s'effectue régulièrement au S.E., il est manifeste que l'on est en présence d'un grand pli isoclinal, dont l'existence n'avait jamais été signalée. Ses allures peuvent être étudiées en détail, grâce à la circonstance exceptionnellement favorable qu'il est coupé, d'abord obliquement, puis normalement, par une profonde entaille, due à l'érosion par les eaux courantes, le vallon de Vignole, véritable cañon, qui semble lui-même avoir échappé à l'attention des géologues et même des géographes¹, bien qu'il constitue une

1. M. Repelin n'en fait aucune mention dans sa *Géographie physique des Bouches-du-Rhône* (29), bien que sur plus de 2 km. son thalweg constitue la limite des deux départements. Voici quelques indications sommaires sur ce vallon remarquable.

Les eaux qui descendent de la Sainte-Baume et qui affluent dans la dépression longitudinale de Riboux, au lieu de se déverser dans le vallon du Serre, qui est situé dans le prolongement de cette dépression, pénètrent par deux gorges étroites, qui ne tardent pas à se réunir, dans les collines bathoniennes dont il vient d'être question. Le cañon prend bientôt une direction moyenne N.-S. jusqu'à un point situé à 2 km. environ au N.E. du Camp, où il débouche dans un grand ravin, beaucoup moins encaissé, qui descend des plateaux de Croquefigue avec une direction E.N.E.-W.S.W. et se jette dans le bassin fermé de Cuges, après avoir subi encore une brusque déviation vers le Nord. A la fin de l'été le cañon de Vignole est entièrement à sec et l'on peut suivre sans trop de difficultés son lit à travers les marmites et les amas de blocs roulés qui l'accidentent.

des plus belles « curiosités naturelles » de la Basse-Provence.

Le cañon traverse les deux barres de Bathonien calcaire et la bande intermédiaire de Bathonien marneux, mais il a en outre mis à nu le noyau de l'anticlinal, c'est-à-dire le Lias à silex et l'Hettangien. Le pli se résout ici en pli-faille, car, sur une certaine longueur, l'Hettangien s'appuie directement sur la barre inférieure de calcaires bathoniens, par conséquent sur le noyau synclinal du pli.

Les calcaires bathoniens et séquaniens formant la seconde barre affleurent sur une largeur de 800 m. Dans le milieu de la traversée, ils sont presque horizontaux ; des dolomies s'intercalent dans leur masse, ce qui permet de supposer qu'ils sont peut-être repliés en synclinal. Ils supportent, plus au Sud, les dolomies kimeridgiennes, que le cañon traverse sur une longueur d'environ 1 km., avant de couper une étroite bande de Calcaires Blancs et de pénétrer dans le grand plateau urgonien du Camp, bord septentrional du bassin du Beausset. Un peu plus à l'Ouest, sur la route de Riboux, on observe le contact direct de l'Urgonien et des Dolomies, ce qui indique l'étirement complet des termes intermédiaires.

En résumé, nous avons rencontré, dans le secteur compris entre le vallon du Serre et le méridien du Pied de la Colle, les zones tectoniques suivantes, du Nord au Sud : 1° la série des terrains renversés ; 2° une zone étroite, à laminage intense, formée d'imbrications très serrées ; 3° une zone de terrains en succession normale, continus avec ceux du secteur précédent et constituant avec la zone 2 ce que j'ai appelé précédemment la *nappe de Riboux* ; 4° un grand pli couché, affectant les termes inférieurs et moyens du Jurassique, au-dessus desquels reposent normalement les Dolomies ; 5° l'Urgonien, reposant par endroits directement sur les Dolomies, par suite d'un étirement des termes intermédiaires, qui ailleurs sont bien développés.

Dans le secteur suivant, compris entre le méridien du Pied de la Colle et celui du Romanil, ces multiples accidents font place à une structure beaucoup plus simple. L'Hettangien y repose souvent directement sur les dolomies kimeridgiennes ou sur le Bathonien fortement étiré de la série renversée¹. Il forme une bande dont la largeur, à l'Ouest des Maulnes, dépasse 2 km., mais il est manifestement plissé, car il est quelquefois séparé

1. Dans le fond du ravin qui descend des pentes de la Sainte-Baume, à l'Est de la ferme du Pied de la Colle, on voit pointer, sous cet Hettangien, des dolomies kimeridgiennes. C'est évidemment une petite fenêtre, qui fait apparaître, sous la série normale, un terme de la série renversée.

de la série renversée par une bande de Lias à silex fortement étirée et il présente, vers son bord méridional, une intercalation anticlinale de Muschelkalk, dont il a déjà été fait mention plus haut. Les trois collines hettangiennes situées à l'Ouest et au Nord des Maulnes sont en outre couronnées chacune d'un témoin de Lias à silex, dont les couches sont inclinées au Sud. Le Bathonien qui forme les collines au Nord de la maison de Crispin est séparé de l'Hettangien soit par une bande de Lias à silex, soit par une ligne d'étirement, qui met en contact direct l'Hettangien et le Bathonien marneux. Puis vient le synclinal de Bathonien calcaire, dont il a déjà été question, et une large bande de Bathonien marneux. J'ignore ce que deviennent, dans ce secteur, la seconde bande de Bathonien calcaire et les dolomies kimeridiennes, si développées dans le secteur précédent, car, dans notre unique traversée des collines situées au Sud de la dépression longitudinale de Riboux et des Maulnes, nous n'avons rencontré, M. Lanquine et moi, entre le Bathonien marneux et l'Urgonien de Croquefigue, qu'une bande de calcaires blancs portlandiens, large d'environ 800 m. Une lacune dans nos observations subsiste encore entre la maison de Crispin, le Romanil et Croquefigue.

Plus à l'Est, nous atteignons un secteur constitué par les collines dans lesquelles est creusé le vallon de Latail, véritable défilé, par où s'établit une communication aisée — sans voie carrossable, il est vrai — entre les deux versants de la Sainte-Baume. J'ai à peu près achevé les levés au 1/10 000 de ces collines.

Les collines situées au Nord de la plaine cultivée des Maulnes sont presque entièrement constituées par des dolomies hettangiennes, qui forment incontestablement le prolongement de celles du Pied de la Colle. Elles supportent, aux Maulnes même, une lame très peu épaisse de Lias à silex et une bande étroite de Bathonien marneux. Plus à l'Est, par suite d'un léger abaissement transversal de la surface supérieure de l'Hettangien, la crête qui aboutit au Nord à la bastide Panier est entièrement formée de Lias à silex. L'Hettangien, qui ne possède plus qu'une faible épaisseur, s'appuie directement, derrière les ruines de la bastide, sur les dolomies kimeridiennes de la série renversée. Vers le Haut-Latail, par contre, des lames de calcaires séquanien et bathonien et de Bathonien marneux s'intercalent entre les Dolomies et l'Hettangien.

Les collines situées au Sud de la plaine des Maulnes et au Sud de la ferme de Latail sont exclusivement formées de dolo-

mies kimeridgiennes, sauf sur leur versant méridional, où celles-ci s'enfoncent soit immédiatement sous l'Urgonien, comme au Romanil, soit sous les Calcaires Blancs, très développés à la Lauzière. Mais on ne constate nulle part la présence, entre l'Hettangien et les dolomies kimeridgiennes, de la série complète des termes intermédiaires. A l'extrémité sud-ouest de la plaine des Maulnes, on peut très bien observer le contact direct des deux formations. A l'extrémité nord-est, les calcaires bathoniens et séquaniens sont absents entre le Bathonien marneux et les Dolomies, mais il ne s'agit pas ici d'un simple étirement dans une série normale, car plus à l'Est, entre la ferme de Latail et la crête qui aboutit à la bastide Panier, le Lias à silex est séparé des Dolomies par une succession de lames étroites d'Hettangien, de Rhétien, de Marnes Irisées, de Muschelkalk, en série renversée. La base des Dolomies correspond donc à une importante ligne de contact anormal, affleurement d'une surface de charriage qui sépare deux nappes, ici tout au moins complètement indépendantes. J'ai réservé, dans des notes antérieures (23, 32), à la nappe inférieure la dénomination de *nappe de Riboux*, car cette nappe représente seule, au-dessus de la série renversée, dans le secteur compris entre Riboux et Cuges, la série normale. J'ai désigné sous le nom de *nappe de Signes* la nappe supérieure, qui débute ici par les Dolomies, mais qui ailleurs comprend également des termes plus anciens.

Avant de passer au secteur de Signes, où la distinction des deux nappes est particulièrement nette, je dois donner encore quelques détails sur les observations que l'on peut faire le long du défilé de Latail. Je commencerai par l'amont.

Si l'on se dirige des Glacières, au pied du pic de Saint-Casien, vers le Sud, on ne quitte pas, jusqu'à 200 m. du château de Font-Mauresque, le Sénonien autochtone, représenté par des calcaires à Hippurites, par des calcaires bruns spathiques, par des grès, ou par des argiles sableuses. Le col est lui-même dans les argiles, mais les hauteurs qui le dominent à l'Ouest et à l'Est sont constituées par les Calcaires Blancs ou par les Dolomies de la série renversée, charriés sur le Crétacé autochtone¹. Au Nord-Ouest du château on voit le Sénonien s'enfoncer sous les couches du Jurassique supérieur, plongeant au Sud et continues avec celles de la série renversée du versant méridional de la Sainte-Baume. Au pied sud de la croupe qui porte le château, les Dolo-

1. Cette superposition anormale est nettement indiquée sur la feuille d'Aix de la Carte géologique, mais la figuration des lambeaux de recouvrement est fautive.

mies s'enfoncent sous des calcaires séquanien et bathoniens, qui forment, sur une longueur d'environ 2 km., la berge gauche du ruisseau de Latail et qui supportent eux-mêmes le Bathonien marneux. On est très étonné de rencontrer, sur la rive droite, au milieu de cette série renversée parfaitement régulière, des lambeaux d'Hettangien et de Lias à silex, dont je ne puis m'expliquer la présence en cet endroit qu'en les envisageant comme des témoins d'une nappe supérieure, la nappe de Signes, épargnés par l'érosion. On n'est pas davantage surpris de rencontrer, non loin de l'origine du canal, au niveau d'une petite plaine, une fenêtre qui fait apparaître de nouveau, sous le Jurassique de la série renversée, des grès sénoniens autochtones. C'est peut-être l'une des « trouées » signalées par Marcel Bertrand, mais je n'ai pu reconnaître le point auquel se rapporte la figure du Livret-Guide (11, p. 24, fig. 20).

Le Bathonien marneux de la série renversée disparaît au Haut-Latail sous le bord septentrional de la nappe de Riboux, constitué, sur la rive gauche du ruisseau, par une bande étroite de Marnes Irisées, recouvertes d'Hettangien. Ce terme, si développé aussi bien à l'Ouest qu'à l'Est du vallon, est réduit ici à une faible largeur. Il supporte directement la nappe de Signes, qui forme, à l'Est du vallon de Latail, une avancée vers le Nord, le massif de la Tête de Masson (772 m.), situé au Sud-Est du Haut-Latail et au Nord-Est de la Lauzière. Tandis que sur la rive droite du ruisseau de Latail ce sont les dolomies kimeridiennes qui constituent la base de la nappe de Signes, sur la rive gauche, cette même nappe débute par le Bathonien marneux, séparé des Dolomies par une lame discontinue de calcaires bathoniens et séquanien. Sur le versant méridional du massif de la Tête de Masson, les couches, au lieu de présenter les plongements habituels vers le Sud-Est ou vers le Sud, plongent au Sud-Ouest, grâce à un relèvement général du massif sur son bord est. En même temps, il se produit un affaissement aux environs de la Lauzière, par suite de quoi les Calcaires Blancs, couronnés d'un lambeau d'Hauterivien, sont conservés dans la dépression que traverse le Latail à l'Ouest de la ferme, alors que plus à l'Est ils ont été enlevés par dénudation, les Dolomies s'étendant jusque sur le bord même de la plaine de Chibron¹.

Au Nord de Signes, les profonds ravins creusés par le torrent

1. Je ne décrirai pas dans cette note la dépression de Chibron, dont je n'ai pas encore achevé l'étude. Je me rallie provisoirement à l'opinion de Marcel Bertrand, qui la considère comme une fenêtre dans la nappe de la Sainte-Baume, où apparaît le Crétacé autochtone (11, p. 23, pl. fig. 1 ; 32, p. 220).

de Raby et par ses affluents fournissent d'excellentes coupes naturelles qui facilitent considérablement l'étude des nappes du versant méridional de la Sainte-Baume dans un secteur situé à la limite orientale de la région décrite dans le présent travail. Cette fois-ci il est nécessaire, pour la commodité de l'exposition, de commencer par le Sud l'exposé des faits observés, que le lecteur pourra suivre sur un croquis au 1/20 000, réduction de mes levés au 1/10 000, publié dans un autre périodique (32, p. 217, fig. 2). Immédiatement en amont de Signes, le vallon du Raby est encaissé entre deux hautes murailles de Dolomies qui se font face et dont la direction est grossièrement N.W.-S.E. La muraille qui domine la rive droite n'est autre chose que le bord occidental du massif de la Tête de Masson ; celle qui domine la rive gauche marque le bord sud-ouest du grand plateau jurassique sur le pourtour duquel se trouvent les localités de Signes, Méounes, Roquebrussanne et Mazaugues et dont le point culminant est le Mourré d'Agnis (914 m.). Il est évident, pour qui est familiarisé avec la tectonique des régions charriées, que ces deux murailles sont les deux bords d'une entaille creusée par l'érosion torrentielle dans une nappe primitivement continue, la nappe de Signes. *La vallée du Raby doit être envisagée comme un couloir, qui met en communication les affleurements de la série autochtone et des nappes inférieures du versant septentrional de la Sainte-Baume avec la grande fenêtre de Signes, Méounes et Garéoult*, que j'ai décrite dans des notes antérieures (14, 17) et dont je ne parlerai ici qu'accessoirement. Les détails que je vais exposer ne laisseront, je l'espère, planer aucun doute chez le lecteur sur la justesse de cette interprétation.

Les terrains qui occupent le fond du vallon du Raby ne sont pas les mêmes sur les deux bords de la coupure : la moitié sud-ouest est constituée par des affleurements de Trias moyen et supérieur, en couches fortement redressées, souvent verticales ; dans la moitié nord-est affleurent des calcaires lacustres et des poudingues néocrétacés. Il est de toute évidence que le Trias s'enfonce sous les dolomies kimeridiennes du bord sud-ouest ; il faut un examen plus attentif pour s'assurer que les calcaires lacustres et les poudingues s'enfoncent au Sud et à l'Ouest sous le Trias, au Nord-Est sous les Dolomies. En tout cas on ne peut admettre avec M. Repelin (32, p. 213) que les poudingues reposent transgressivement sur les Dolomies. L'identité de ces dépôts néocrétacés avec ceux des environs de Nans conduit à la conclusion qu'ici aussi ils appartiennent au soubassement autochtone des

nappes de la Sainte-Baume. Ils apparaissent dans une petite fenêtre, ménagée dans les deux nappes et dont la continuité avec les terrains néocrétacés de la grande fenêtre de Méounes n'est masquée que par le remplissage quaternaire de la plaine de Signes.

Au Nord d'une ligne E.-W. passant par l'usine à plâtre du Raby, les deux murailles de Dolomies changent brusquement de direction, tout en continuant, sur une certaine distance, à se faire face. La muraille de la rive droite est tournée au Sud-Est, celle de la rive gauche, au Nord-Est. En même temps, la ligne de contact anormal qui passe au pied de chacune d'elles s'élève graduellement de la cote 350, d'où elle part au débouché du val-lon, à la cote 600, qu'elle atteint sur les deux versants, à la hauteur des sources du Raby. Dans les deux murailles on observe la trace d'un anticlinal couché, dont le plan axial est situé un peu au-dessus de la base de la nappe de Signes.

Dans la muraille de la rive droite, cet accident se manifeste par la présence, à mi-hauteur, d'une barre de calcaires séquanien complètement enveloppée par les Dolomies et distincte des lambeaux fortement étirés que l'on observe à la base de la muraille, ainsi que du chapeau de calcaires de même âge qui forme le sommet de la Tête de Masson.

Sur la rive gauche, la base de la nappe de Signes est constituée, au Nord-Est de l'usine à plâtre, non plus par les Dolomies, mais par une barre de calcaires bathoniens et séquanien, qui ne tarde pas à se bifurquer, pour donner naissance à deux barres, passant l'une à la base, l'autre au-dessus d'un escarpement de Bathonien marneux, de sorte que la nature anticlinale de cet affleurement ne peut faire de doute. La barre inférieure se poursuit vers le Nord sur une longueur de 500 m. au plus; elle s'effile en pointe; au-dessus des sources du Raby, entre deux masses de Bathonien marneux, qui appartiennent, la supérieure, à la nappe de Signes, l'inférieure, à la nappe sous-jacente et qui, à partir de ce point, sont soudées en une masse unique, dans laquelle se perd la ligne de contact anormal qui, au Sud, séparait les deux nappes. Quant à la barre supérieure, elle surplombe l'escarpement de Bathonien marneux et s'élève graduellement de l'altitude de 550 m. à celle de 900 m., qu'elle atteint au Mourré d'Agnis, en se raccordant avec l'escarpement nord du grand plateau dolomitique, qui domine Mazaugues.

La ligne de contact anormal qui passe au pied de la muraille dolomitique de la rive droite s'infléchit, en face des sources du Raby, vers le Nord-Ouest, et vient rejoindre celle qui limite au

Nord le massif de la Tête de Masson. Si elle correspond à l'affleurement de la surface de charriage sur laquelle a cheminé la nappe de Signes, il ne faut cependant pas conclure que tous les terrains situés au-dessous appartiennent à la nappe plus profonde de Riboux. Il existe, en effet, au-dessous du contact, des lambeaux de Bathonien marneux intercalés entre les dolomies kimeridiennes de la nappe de Signes et les dolomies hettangiennes de la nappe de Riboux. Il y a eu des étirements à la base de la nappe de Signes, qui ont en quelque sorte dédoublé la surface de charriage. Le phénomène devait se poursuivre assez loin vers le Nord, car le Pédimbert (847 m.), point culminant de la dépression qui sépare la Sainte-Baume du plateau dolomitique de Mazaugues, est constitué par une masse de Bathonien marneux en couches horizontales couronnée d'un petit lambeau de Bathonien calcaire et directement superposée, en discordance mécanique, à l'Hettangien et au Trias supérieur fortement redressés, de la nappe de Riboux (32, p. 217, fig. 2).

Voyons maintenant ce que deviennent vers le Nord les affleurements de la nappe dont l'entaille du Raby nous révèle l'existence sous la nappe de Signes. Nous avons suivi le Trias jusqu'à l'usine à plâtre, où ses strates sont verticales. A l'Ouest de ce point, les gypses du Trias supérieur supportent normalement l'Hettangien, qui forme toute la partie occidentale de la colline de Château-Vieux. On en suit les affleurements sans discontinuité vers le Nord jusqu'au contact avec le Bathonien marneux de Pédimbert¹ ; vers le Nord-Ouest, ils se raccordent avec ceux du vallon de Latail, où, comme il a été dit plus haut (p. 162), une étroite bande d'Hettangien, superposée à une mince lame de Trias, marque, au Sud du Haut-Latail, le passage de la nappe de Riboux entre la série renversée et la nappe de Signes. La continuité du Trias de Signes avec la nappe de Riboux est donc parfaitement établie.

Directement au Nord de l'usine à plâtre, des accidents locaux viennent masquer cette continuité, qui n'en existe pas moins. On constate, en effet, dans les terrains que traverse le Raby dans son cours supérieur, des répétitions de couches, dues à des chevauchements. Ainsi, au Trias et à l'Hettangien de l'usine à plâtre succèdent, au Nord, en série normale, des lames plon-

1. Sur l'esquisse géologique de la dépression du Raby que j'ai publiée à la suite de mes courses de 1913 (32, p. 217, fig. 2), cette continuité n'apparaît pas, car j'ai donné une trop grande extension vers le Nord au Lias à silex (15-3), au détriment de l'Hettangien, dans le grand vallon, tributaire de celui du Raby, qui descend de Pédimbert vers le Sud.

geant au Sud de Bathonien marneux, de Lias à silex et d'Hettangien, qui forment le versant septentrional de la colline couronnée par les ruines du Château-Vieux et qui se retrouvent, sur la rive gauche, recouvertes ici, en discordance mécanique, par la barre inférieure de calcaires bathoniens de la nappe de Signes. L'Hettangien s'appuie au Nord sur du Bathonien marneux, continu¹ avec celui qui supporte la grande barre du Mourré d'Agnis. Mais ici les plongements changent, de N.-S. qu'ils étaient au Château-Vieux ils deviennent N.W.-S.E., de sorte que les bandes de Bajocien, de Lias à silex et d'Hettangien qui s'enfoncent sous le Bathonien marneux sont dirigées S.W.-N.E. jusqu'au delà du col de Taillane. L'Hettangien est celui qui supporte le lambeau de Bathonien de Pédimbert.

En allant du Trias du vallon du Raby à la ferme de Taillane, où affleure de nouveau le Trias supérieur, on traverse donc successivement trois bandes d'Hettangien, qui appartiennent à trois séries plus ou moins isoclinales, séparées par des surfaces de chevauchement et constituant par conséquent autant d'imbrications. La série septentrionale est de beaucoup la plus régulière, elle est formée de bandes liasiques et oolithiques, qui traversent la ligne de partage entre la dépression du Raby et le vallon de Taillane, tributaire de celui de Latail, et passent de là sur le versant de Mazaugues, en contournant l'éperon du Mourré d'Agnis. La succession est parfaitement régulière et continue depuis le Trias supérieur jusqu'aux Dolomies du plateau. Il n'existe plus aucune trace du plan de charriage qui, plus au Sud, sépare la nappe de Riboux de celle de Signes. Les deux nappes n'en forment plus qu'une.

Le Trias supérieur de Taillane semble appartenir à la même bande que celui du Haut-Latail. Dans tous les cas j'ai pu en suivre les affleurements vers le Sud-Ouest, sur les versants nord et ouest de Pédimbert, et vers le Nord-Est, jusqu'à la bergerie qui se trouve au pied nord-ouest du Mourré d'Agnis. Ils forment une bande étroite, séparant l'Hettangien du soubassement de Pédimbert, c'est-à-dire celui de la série normale, d'une seconde bande d'Hettangien, qui repose, sur la rive gauche du torrent de Latail, en face du château, sur le Bathonien marneux de la série renversée.

Il y a donc ici, à la base de la nappe de Riboux, un anticlinal

1. Le Trias supérieur et le Lias, dont j'ai indiqué dubitativement sur mon esquisse la présence au Nord des sources du Raby, n'existent pas. J'avais, dans une première course, pris pour des cargneules des blocs éboulés de dolomies kimeridiennes et des tufs calcaires.

couché avec noyau triasique. Son flanc inverse, constitué par de l'Hettangien renversé, est très développé, car on le suit au Nord-Est jusqu'à la Salamone. Entre cette ferme et l'Héritière, une lame de Lias à silex s'intercale entre le Bathonien marneux de la série renversée et l'Hettangien renversé de la base de la nappe de Riboux. A 100 m. de la Salamone, on retrouve le noyau triasique de l'anticlinal, qui ici laisse apparaître le Muschelkalk en couches verticales.

Le chemin qui nous a conduits de Signes à la Salamone, en suivant le cours du Raby et en passant par Taillane et la Croix, nous ramène aux crêtes qui séparent le bassin de Latail de celui du Gaudin, c'est-à-dire le versant méridional de la Sainte-Baume du versant septentrional, et nous nous retrouvons sur les bandes de terrains en succession inverse, fortement laminés, par quoi, ainsi qu'on l'a vu plus haut (p. 128), se termine à l'Est la série renversée.

En même temps que les affleurements de la série renversée s'effilent en pointe vers l'Est, ceux de la nappe de Riboux gagnent en largeur et s'étendent vers le Nord. L'Hettangien et les calcaires à silêx du Lias moyen et supérieur constituent toutes les collines situées sur le versant nord du vallon des Combes, qui descend du col de la Salamone sur Mazaugues. Au Nord, l'Hettangien est directement superposé au Sénonien autochtone, calcaire et gréseux. La ligne de contact anormal qui sépare les deux séries est extrêmement sinueuse jusqu'à Mazaugues et au delà. Les détails de son tracé, d'après les levés originaux au 1/10 000, figureront sur la carte qui accompagnera une monographie géologique des environs de Mazaugues de mon collaborateur et ami M. Léon Lutaud¹. Cette région n'est du reste plus comprise dans les limites du présent travail.

A l'Est de Mazaugues, l'existence de la surface de charriage qui, plus au Sud, sépare la nappe de Riboux de la nappe de Signes se révèle de nouveau par des discontinuités dans la série jurassique et même, comme l'a montré M. Zurcher (5), par la disparition, au Nord de Roquebrussanne, de tous les termes compris entre le Trias supérieur et les dolomies kimeridgiennes. J'ai pu vérifier, en outre, près de la ferme de Lamanon, la super-

1. Dans une note préliminaire (30), M. Lutaud a fait connaître les alternances régulières de calcaires à Hippurites et d'argiles gréseuses qui caractérisent le Sénonien de Mazaugues et les envisage comme des variations de faciès dans le sens vertical. M. Repelin attribue ces récurrences à des accidents tectoniques (33). Je laisse à M. Lutaud, qui est actuellement mobilisé, le soin de réfuter l'interprétation de M. Repelin, à l'appui de quoi notre confrère de Marseille n'invoque d'ailleurs aucun fait nouveau.

position des lambeaux triasiques aux argiles rouges dites « garumiennes » de la série autochtone. La succession est donc rigoureusement la même que dans l'entaille du Raby. Il y a là une vérification indirecte de l'interprétation que j'ai donnée plus haut des relations tectoniques des mêmes terrains dans les environs de Signes.

Pour terminer l'étude des nappes du versant méridional de la Sainte-Baume, il me reste à parler de la région située à l'Ouest du secteur compris entre Cuges et Riboux. On se souvient que dans ce secteur, par où j'ai commencé ma description, il n'existe, entre la série renversée et la plaine de Cuges, qu'une nappe unique, celle de Riboux. Il n'en est plus de même à l'Ouest de Cuges. Immédiatement au Nord-Ouest du village se trouve une grande dalle calcaire, inclinée au Sud-Est, qui s'élève de la plaine jusqu'à la cote 590 et sous laquelle s'enfoncent successivement, du Nord au Sud, l'Hettangien, le Lias à silex, le Bajocien et le Bathonien marneux de la nappe de Riboux, comme l'indique fort bien la feuille de Marseille de la Carte géologique au 1/80 000. C'est, toutefois, par erreur que, sur cette feuille, la dalle calcaire est attribuée aux calcaires bathoniens-séquaniens (J_{II}^4). M. Repelin (25, p. 213 ; 34, p. 134) en fait avec raison de l'Urgonien (c_{II}). Sur son bord nord-ouest, la dalle urgonienne s'appuie directement sur des dolomies kimeridiennes, sans intercalation de Calcaires Blancs ni de calcaires marneux hauteriviens. Le contact est donc, ici aussi, un contact anormal. Si maintenant on suit les Dolomies vers l'Est, on constate qu'elles s'intercalent entre l'Hettangien de la nappe de Riboux et l'Urgonien. A l'extrémité nord-est de la dalle, on observe en outre un liseré d'Hauterivien et une lame de Lias à silex, qui repose normalement sur l'Hettangien. *A l'Ouest du méridien de Cuges, une nappe de Dolomies s'intercale donc entre la nappe de Riboux et l'Urgonien, exactement comme aux Maulnes, à l'Ouest de Latail.* Cette nappe est certainement l'homologue de la nappe de Signes ; mais, en raison de l'absence de continuité, et pour ne rien préjuger, je l'ai appelée dans des notes antérieures (31, p. 195 ; 32, p. 219) la *nappe de Cuges*.

Le vallon qui descend vers la plaine de Cuges immédiatement à l'Ouest de la dalle d'Urgonien entame profondément les Dolomies de la nappe de Cuges, elle en fait apparaître le soubassement dans une petite fenêtre, située à l'endroit même où le vallon se bifurque¹. On y observe surtout de l'Hettangien, auquel sont

1. Une erreur de repérage m'a fait placer, sur une esquisse publiée précédemment (31, p. 196), cette fenêtre sensiblement trop au Nord.

superposées, au Sud et à l'Ouest, deux lames de calcaires liasiques à silex, plongeant au Sud-Ouest. Il ne saurait y avoir de doute que l'on se trouve en présence de la réapparition, au fond d'une fenêtre ménagée dans la nappe de Cuges, de terrains appartenant à la nappe de Riboux. Sur les bords sud-ouest et sud-est de la fenêtre, les Dolomies reposent directement, en discordance mécanique, sur les divers termes du Lias. Sur le bord septentrional, par contre, on voit apparaître en outre sous les Dolomies, et en concordance avec elles, des calcaires séquanien et bathonien et une faible épaisseur de Bathonien marneux. Ces terrains constituent ici la base de la nappe de Cuges. Nous allons les rencontrer plus à l'Ouest dans la même situation.

A l'Ouest du méridien de Cuges, la nappe de Riboux affleure sur une largeur fréquemment réduite à 150 m. environ. Elle est constituée le plus souvent par les seules dolomies hettangiennes, qui s'intercalent entre les dolomies kimeridgiennes de la série renversée et celles de la nappe de Cuges (fig. 1). En un seul point, on voit affleurer, sur une faible longueur, à la base de l'Hettangien, une lame de Muschelkalk. Plus à l'Ouest, dans le ravin des Gypières, le Trias apparaît, par contre, sur le bord sud de la bande hettangienne. Il constitue un pli régulier, déversé au Nord, dont le noyau est formé de Muschelkalk, compris entre deux lames de Trias supérieur avec gypse. Celle du flanc normal, accompagnée par places d'Hettangien fortement étiré, supporte directement, à la traversée du ravin, du Bathonien marneux et du Bathonien calcaire, qui se montrent à la base de la nappe de Cuges. En même temps, la série renversée se complète par l'apparition, sous la nappe de Riboux, de calcaires séquanien et bathonien et de lambeaux de Bathonien marneux.

En raison des irrégularités du terrain, les contours supérieur et inférieur de la bande hettangienne décrivent des sinuosités multiples (fig. 1), après quoi, au voisinage de la terminaison périclinale de l'Urgonien de la série renversée (v. p. 127), ils se rapprochent de telle sorte que la bande n'a plus que quelques dizaines de mètres, puis, plus à l'Ouest, quelques mètres seulement de largeur. En même temps que les termes supérieurs (primitivement inférieurs) de la série renversée s'étirent vers l'Ouest, la lame hettangienne s'effile en pointe et se trouve en contact direct, d'abord avec les Dolomies, puis avec la retombée sud-ouest du grand dôme d'Urgonien renversé. Finalement les derniers bancs fortement redressés auxquels est réduite la bande hettangienne disparaissent eux-mêmes et l'Urgonien supporte directement, un peu au-dessus des tufs de la source de Saint-Pons, les

calcaires bathoniens et séquanien, qui constituent ici la base de la nappe de Cuges.

Ainsi, la nappe de Riboux, si bien développée à l'Ouest de Cuges, réduite à l'affleurement, à l'Ouest de cette localité, à une lame étroite d'Hettangien, s'est étirée graduellement vers l'Ouest, entre la nappe de terrains renversés et la nappe de Cuges. Elle n'existe plus dans le vallon du Fauge, où la nappe de Cuges repose directement sur la série renversée, en se raccordant avec les terrains charriés du massif de Roque-Forcade. Mais, pour démontrer cette dernière proposition, il est nécessaire de faire intervenir encore dans la discussion les résultats de l'étude tectonique des massifs de Cruvelier et de Roussargue, situés au Sud et au Nord du vallon de Saint-Pons.

LES MASSIFS DE CRUVELIER ET DE ROUSSARGUE. — On peut appeler massif de Cruvelier un groupe de collines limité au Nord par le vallon de Saint-Pons, à l'Est par le col qui conduit de ce vallon à la plaine de Cuges, au Sud par la route d'Aubagne à Cuges par le col de l'Ange, à l'Ouest par la plaine quaternaire d'Aubagne et de Gémenos. Son point culminant est le mont Cruvelier (581 m.). Son extrémité occidentale et son versant méridional sont constitués par l'Urgonien, le reste du massif est presque entièrement composé de Jurassique supérieur, Dolomies ou Calcaires Blancs.

L'Urgonien du versant méridional n'est autre chose que la continuation¹ de la dalle urgonienne qui domine Cuges au Nord-Ouest et dont il a déjà été question plus haut. Le contact anormal qui la délimite sur presque tout son pourtour fait place, à partir du vallon des Gypières, à un contact stratigraphique normal:

L'Hauterivien, qui apparaît déjà à l'Ouest du premier vallon, puis les Calcaires Blancs s'intercalent entre les Dolomies de la nappe de Cuges et l'Urgonien. L'Hauterivien forme en outre une bande intercalée à mi-hauteur de l'Urgonien, sur chaque versant du premier vallon, et il apparaît également sous l'Urgonien, sur le bord nord-ouest de la plaine de Cuges.

Les Calcaires Blancs forment, dans le vallon d'Aubin, une large bande, qui atteint au Nord-Ouest le Trou du Vent. Ici le plongement des couches au Sud-Est, qui est général à l'Ouest de Cuges, fait place à une horizontalité presque complète, que

1. De nouvelles observations m'ont montré que l'interruption de la bande urgonienne qui est figurée sur le schéma pl. II au niveau du vallon d'Aubin n'existe pas. La bande urgonienne est continue.

l'on retrouve dans un grand lambeau d'Urgonien, directement superposé aux Dolomies et formant, sur 500 m. de longueur, la limite des communes de Gémenos et de Cuges. Ce contact direct des Dolomies et de l'Urgonien se retrouve plus au Sud, où, sur une certaine longueur, les termes intermédiaires sont complètement étirés.

Je l'ai signalé également à l'Ouest de Signes, au Romanil, de même qu'entre Cuges et Riboux, et nous le retrouverons également dans le massif de Roussargue. Le décollement de l'Urgonien de son substratum naturel est donc un fait très fréquent dans la série normale. Il montre que les déplacements horizontaux qu'a subis l'Urgonien lors des charriages sont souvent indépendants de ceux des couches antérieures et que l'on est en droit de parler d'une *nappe urgonienne* (ou *nappe de Gémenos*), autonome dans une certaine mesure.

Sur le versant sud du massif, les Calcaires Blancs et l'Haute-rivien sont de nouveau bien développés. Les sommets situés à l'Ouest du mont Cruvelier et tout le versant nord sont constitués par les Dolomies, qui atteignent ici une grande épaisseur. Elles se trouvent dans le prolongement direct de la bande qui, plus à l'Est, représentait à elle seule la nappe de Cuges et que nous avons suivie jusqu'à la traversée du vallon des Gypières. A l'Ouest de ce vallon, on voit apparaître sous les Dolomies, à la base de la nappe, des calcaires séquaniens et bathoniens et une bande de Bathonien marneux, qui s'appuie sur l'Hettangien de la nappe de Riboux. Les calcaires séquaniens et bathoniens, d'abord fortement étirés, prennent, sur le versant de Saint-Pons, une grande épaisseur, puis se dédoublent (fig. 1); de manière à former deux barres distinctes, séparées, non pas, comme je l'ai dit dans une note antérieure, par du Bathonien marneux, mais par une bande de Dolomies, qui figure déjà sur mon esquisse publiée l'an dernier et qui indique la présence d'un synclinal, la barre supérieure correspondant à la présence d'un anticlinal, dont la charnière est érodée. C'est la barre inférieure de calcaires séquaniens et bathoniens qui s'appuie directement sur la retombée sud-ouest du dôme d'Urgonien renversé, après l'étirement complet de l'Hettangien de la nappe de Riboux.

Nous voici arrivés au vallon de Saint-Pons, où de belles sources vauclusiennes jaillissent sur le bord d'une petite plaine quaternaire, occupée par un magnifique parc, qui entoure les ruines de l'abbaye. Nous avons suivi précédemment les couches du vallon du Fauge et le pli de Roque-Forcade vers l'aval jusqu'à une faille transversale, qui interrompt brusquement au Sud les

bandes régulières de Lias à silex, d'Hettangien, de Rhétien et de Trias supérieur. Entre cette faille et l'abrupt de calcaires bathoniens et séquaniens qui limite au Sud le vallon de Saint-Pons la distance est à peine d'un kilomètre. L'intervalle est occupé par une succession de terrains qui diffère aussi bien de celle que l'on rencontre au Nord de la faille transversale que de celle qui forme les abrupts au Sud du vallon. Il est indispensable de décrire en détail la structure de ce segment avant de chercher à raccorder la masse charriée de Roque-Forcade avec les nappes du versant méridional de la Sainte-Baume (fig. 1).

La porte du parc de Saint-Pons se trouve au pied sud d'un escarpement dont la base est constituée par les couches supérieures du Bathonien marneux, directement recouvertes, en contact stratigraphique normal, par le Bathonien calcaire, formant paroi. Le Bathonien marneux occupe, au Nord du parc, tout le fond du vallon du Fauge, jusqu'au point où apparaît brusquement le Trias. Malgré la présence de grandes masses d'éboulis, ses couches en place sont nettement visibles en beaucoup d'endroits. Son contact direct avec l'Urgonien de la série renversée ne saurait faire de doute.

La bande de Bathonien calcaire qui surmonte le Bathonien marneux se poursuit également vers le Nord, mais elle s'étire avant d'atteindre la faille. Au lieu de supporter des calcaires séquaniens et des dolomies kimeridgiennes, elle s'enfonce sous une masse épaisse de dolomies hettangiennes, qui au Nord repose directement sur le Bathonien marneux et qui s'élève jusqu'à la route de la Sainte-Baume. Ici elle supporte, au second tournant, un lambeau de Lias à silex, tandis que plus au Nord, un peu avant le premier tournant, on passe brusquement de l'Hettangien au Bathonien marneux. Le contact est moins rectiligne qu'il apparaît sur mes premiers contours et semble correspondre à une surface de chevauchement, plongeant à peu près comme les couches, vers le Nord-Est.

Le Bathonien marneux supporte normalement les calcaires bathoniens et séquaniens du grand abrupt, connu sous le nom de crête de la Galère, qui monte jusqu'au col de l'Espigoulier et qui domine à l'Ouest le vallon du Fauge (fig. 1).

Le Bathonien marneux est également en parfaite continuité avec celui du flanc normal du pli de Roque-Forcade. Par contre, la bande hettangienne, comprise entre deux lignes de contact anormal, bute au Nord contre le Lias moyen et supérieur de ce flanc normal, et le Bathonien marneux bute contre le noyau triasique du pli. La faille transversale est dirigée N.W.-S.E. Elle

ne semble guère se prolonger au N.E. dans les couches supérieures au Lias et, en tout cas, elle n'entame pas l'Urgonien de la série renversée. Elle est accompagnée de petites dislocations, qu'il est à peu près impossible de figurer sur une carte. Les couches qui forment sa lèvre septentrionale sont coupées par de petites failles verticales, dirigées sensiblement N.-S., en compartiments, où elles sont repliées en voûtes très surbaissées.

L'abrupt de Bathonien calcaire qui domine l'entrée du parc, sur la rive nord du ruisseau de Saint-Pons, est incontestablement la continuation de la barre inférieure de calcaires bathoniens et séquaniens qui se dresse sur la rive sud ; il appartient donc, sans aucun doute possible, à la nappe de Cuges, et il en est de même du Bathonien marneux sous-jacent, dont l'équivalent se retrouve à l'Est, dans la partie supérieure du chemin de Cuges, à la base de la nappe. La barre supérieure, contrairement à ce que j'avais cru tout d'abord, ne se poursuit pas sur la rive nord du ruisseau de Saint-Pons ; elle ne se raccorde pas avec la barre de calcaires bathoniens et séquaniens de la Galère. Celle-ci était, par contre, avant le creusement de la vallée, en continuité avec le sommet tabulaire, coté 316, qui se trouve immédiatement au Sud du dernier moulin, dit les Tompines. Il est plus difficile de retrouver sur le versant sud du vallon de Saint-Pons la continuation de l'épaisse lame d'Hettangien qui, sur le versant nord, s'intercale entre les deux barres bathoniennes.

Elle existe cependant, car j'ai découvert, au pied sud-est du sommet coté 316, une lame étroite de dolomies « infraliasiques », dont un banc m'a fourni un échantillon parfaitement reconnaissable d'*Avicula contorta*. Une bande étroite de Bathonien marneux sépare vraisemblablement cette lame du Bathonien calcaire du sommet 316, mais elle est recouverte d'éboulis et d'une épaisse végétation. J'ai pu m'assurer, par contre, de la superposition directe de la lame hettangiennne à la masse supérieure de dolomies kimeridgiennes qui surmonte la barre supérieure du versant méridional du vallon.

Il est donc établi d'une manière absolument certaine que, sur les deux rives du ruisseau de Saint-Pons, une lame d'Hettangien repose par chevauchement sur des couches appartenant à la nappe de Cuges. Il est non moins certain que, sur les deux rives, cette lame s'enfonce sous une série bathonienne en succession normale, qui est parfaitement continue au Nord avec le flanc normal du pli de Roque-Forcade. J'ajouterai que la lame d'Hettangien n'atteint certainement pas, à l'Ouest, le ravin, entièrement creusé dans les dolomies, qui débouche à côté du moulin des

Tompines, à l'Ouest de la hauteur 316. Grâce à ce ravin, on peut affirmer que les dolomies traversent le vallon et que celles du ravin de la Galère étaient primitivement en continuité avec celles du versant méridional¹.

Tels sont les faits. Voyons maintenant l'interprétation qu'on peut en donner.

Si l'on compare la succession des terrains de part et d'autre de la faille transversale qui interrompt la continuité des couches dans le bas du vallon du Fauge, on constate que les différences sont plus apparentes que réelles. Au Sud, le Bathonien marneux et la barre inférieure peuvent être assimilés au bord d'une nappe qui s'étendait primitivement par-dessus la série renversée, exactement comme il a été fait au Nord pour la plaque de dolomies kimeridgiennes à l'Ouest de la Glacière (v. p. 147). La ligne de contact anormal qui, au Sud de la faille, sépare l'Hettangien de la barre bathonienne inférieure peut être identifiée à celle qui, dans le haut du ravin du Fauge, sépare l'anticlinal hettangien de la barre de calcaires séquaniens et de dolomies kimeridgiennes. J'ai déjà insisté sur la continuité de la barre supérieure ou crête de la Galère et des affleurements du Bathonien marneux sous-jacents avec le flanc normal du pli de Roque-Forcade. Dès lors la ligne de contact anormal qui sépare le Bathonien de l'Hettangien n'est autre chose qu'un étirement dans ce flanc normal, et la bande d'Hettangien, comprise, au Sud de la faille, entre deux lignes de contact anormal, doit être envisagée comme le noyau anticlinal du pli, exactement comme l'Hettangien du haut du ravin. Le synclinal est virtuel. La faille transversale n'est plus qu'un simple décrochement et l'on peut affirmer la continuité du pli de Roque-Forcade jusqu'au ravin des Tompines, où sa présence ne se manifeste plus que par la superposition anormale des calcaires bathoniens et séquaniens aux dolomies kimeridgiennes. Au moins jusqu'au vallon de Saint-Pons, le déversement du pli vers le Sud-Est est évident.

Malgré l'existence de cet important accident, la continuité primitive de la masse en recouvrement de Roque-Forcade avec la nappe de Cuges peut être établie avec certitude, soit que l'on

1. Les faits que je viens d'exposer sont en contradiction absolue avec les assertions suivantes de M. Repelin (25, p. 213) : « Ainsi, la grande bande infraliasique de Riboux se poursuit jusqu'au fond du vallon de Saint-Pons. A peine interrompue par le manteau de tufs qui comble la petite dépression triangulaire au voisinage de la source, elle reparait aussitôt après le grand ravin. Il est donc certain que l'Infralias de Riboux est en continuité avec celui de Roqueforcade. » La carte ci-jointe (fig. 1) montre à quel point cette affirmation est contredite par mes observations.

suive pas à pas la base de cette nappe sur le pourtour du dôme d'Urgonien renversé, soit que l'on s'assure de la continuité des affleurements de Dolomies du sommet de la nappe, depuis le soubassement du mont Cruvelier jusqu'au ravin de la Galère, qui pénètre profondément dans le massif de Roussargue.

Non moins évidente est la continuité des affleurements urgoniens des versants méridional et occidental du massif de Cruvelier avec ceux du massif de Roussargue. Les couches plongent uniformément vers le Sud-Ouest, depuis le col de l'Ange jusqu'au ravin de Saint-Clair, au Nord-Ouest de Gémenos. Par contre, les bandes de Calcaires Blancs et de marnes hauteriviennes présentent, en quelques points, des interruptions par suite d'étirements. C'est ainsi qu'à l'Ouest du sommet de Brigou, l'Urgonien est en contact direct avec les Dolomies. Il en est de même sur le versant occidental du ravin de la Galère et au Nord du ravin de Saint-Clair, quoique dans les intervalles les terrains intermédiaires possèdent souvent un grand développement. Aucun accident transversal ne vient interrompre la continuité des affleurements; le vallon de Saint-Pons, en particulier, doit son origine exclusivement à l'érosion torrentielle, et il est facile de suppléer par la pensée à l'interruption des bandes qui résulte de la présence d'une nappe d'alluvions, d'ailleurs assez étroite, dans le fond du vallon. Les massifs de Cruvelier et de Roussargue forment donc un tout homogène.

La structure de la partie septentrionale du massif de Roussargue est sensiblement différente de celle du reste du massif. Les couches se relèvent fortement, de sorte que l'Urgonien reste confiné sur le bord occidental, tandis que les dolomies occupent des surfaces très étendues. Le ravin des Signores est, dans sa majeure partie, creusé dans ce terrain et la Tête de Roussargue (749 m.) en est formée. Plus au Nord, les calcaires séquanien et bathoniens constituent la crête de Bassan, improprement appelée sur les cartes « Fin de la chaîne de la Sainte-Baume ». Le Bathonien marneux, ainsi que l'a indiqué M. Fournier (8, pl. xxiv), affleure en boutonnière, sous ces calcaires, dans le haut du ravin des Signores, où jaillissent plusieurs belles sources. Il forme également le soubassement de la crête de Bassan et se trouve à l'Est, sur une grande longueur, en contact direct avec le Fuvélien, sur lequel il repose en recouvrement. Ses couches plongent au Nord-Est. Il y aurait à signaler encore, dans le Nord du massif de Roussargue, quelques dislocations secondaires dont je n'ai pas achevé l'étude.

J'ai déjà décrit plus haut les digitations que présente le massif

vers le Nord. Par voie de continuité, nous sommes donc amenés à les attribuer également à la nappe de Cuges.

Je ne m'occuperai pas, dans ce travail, des terrains néonummulitiques, sous lesquels, par l'intermédiaire de l'Urgonien, s'enfoncent, entre Saint-Jean-de-Garguier et Gémenos, sur son bord occidental, le massif de Roussargue.

RÉCAPITULATION ET CONCLUSIONS

Après avoir décrit dans les pages précédentes les différentes individualités orographiques qui entrent dans la composition de la région étudiée dans ce travail, il nous reste à discuter les rapports que présentent entre elles ces unités et ceci nous permettra de dégager une formule tectonique générale, susceptible de résumer les principales dislocations qui ont affecté la région. Il y aura lieu ensuite d'examiner si cette formule peut s'appliquer aux régions avoisinantes. Dans l'affirmative, nous serons en droit d'envisager la concordance ainsi établie comme une confirmation de l'interprétation à laquelle nous nous serons arrêtés.

RELATIONS ENTRE LES DIFFÉRENTES UNITÉS TECTONIQUES. — A l'inverse de ce qui a été fait dans la première partie de ce travail, je commencerai par les masses les plus élevées l'exposé synthétique des relations qui unissent entre eux les différents éléments tectoniques de la région, pour passer ensuite à des masses plus profondes et arriver, en dernier lieu, aux terrains autochtones.

Il existe sur le pourtour de la Sainte-Baume, un terrain, l'Urgonien, qui ici, repose toujours sur des terrains plus anciens que lui et qui s'enfonce régulièrement sous des terrains plus récents, sous l'Aptien au Sud de la plaine de Cuges, sous le Nummulitique lacustre ou fluviatile à l'Ouest, entre Roquevaire et Gémenos. Ses affleurements forment, sur le bord occidental et méridional de la région, une ceinture à peu près continue, où les couches plongent d'une manière très uniforme vers la périphérie. A partir de Roquevaire il n'est plus représenté, vers le Nord, que par des lambeaux assez étendus, mais dissociés, et il manque totalement sur le bord septentrional. Il repose souvent sur son substratum normal, l'Hauterivien, mais, fréquemment, ce terme est étiré et il en est de même des Calcaires Blancs, de sorte que l'Urgonien est en contact direct avec les Dolomies. Les points où existe ce contact mécanique sont assez nombreux (p. 132, 133, 168, 170, 175

pour que l'on soit en droit d'admettre un décollement de l'Urgonien et de son substratum. Lors des charriages, l'Urgonien a dû se comporter comme une masse mécaniquement indépendante. On peut donc, jusqu'à un certain point, parler d'une *nappe d'Urgonien*. On pourrait l'appeler aussi *nappe de Gémenos*. C'est la nappe la plus élevée de la région de la Sainte-Baume, mais ses terrains supérieurs supportent au Sud, dans la cuvette du Beausset, une nappe plus élevée encore, celle du Beausset, qui est classique depuis les travaux de Marcel Bertrand.

Sur le bord méridional de la chaîne de la Sainte-Baume, la nappe d'Urgonien s'appuie souvent directement sur une nappe constituée tantôt uniquement par une épaisse lame de dolomies kimeridgiennes, tantôt par une série de terrains en succession normale, qui peut aller du Bathonien marneux à l'Hauterivien. Cette nappe manque complètement entre Cuges et le vallon du Serre, à moins qu'elle ne soit cachée sous les alluvions de la plaine de Cuges ; elle est, par contre, très bien développée aux environs de Signes et à l'Ouest de Cuges. Pour ne pas préjuger de la continuité primitive de part et d'autre de la lacune, j'ai employé les termes de *nappe de Signes* et de *nappe de Cuges*, mais les deux morceaux sont certainement homologues et l'on est en droit d'envisager le pli couché de Vignole comme l'équivalent de la surface de charriage qui se trouve à la base de la nappe de Cuges.

J'ai établi d'une manière indiscutable que la nappe de Cuges est en parfaite continuité avec les terrains jurassiques du massif de Roussargue, qui s'enfoncent à l'Ouest sous la nappe urgonnienne et qui sont eux-mêmes en recouvrement. On voit en effet deux larges bandes de terrains jurassiques se détacher du massif de Roussargue, en formant deux branches divergentes, qui enserrent le dôme de la Lare. L'une est continue, c'est la zone de Roque-Forcade et de Nans. L'autre est morcelée par l'érosion en un certain nombre de lambeaux de recouvrement, de dimensions très variées, qui sont autant de témoins d'une bande primitivement continue. J'ai établi plus haut (p. 154) que les deux branches divergentes se rejoignent de nouveau au Nord-Est de la Lare, de manière à entourer complètement ce massif autochtone. Il est évident, dès lors, que le recouvrement ne s'étendait pas uniquement aux endroits où l'on peut observer aujourd'hui des superpositions anormales et qu'une nappe continue de terrains charriés devait recouvrir entièrement le massif de la Lare, avant que celui-ci ait été surélevé en dôme et avant que l'érosion ait fait son œuvre. Il est évident également que la branche méridionale,

la zone de Nans, devait être primitivement continue avec la nappe de Cuges, par-dessus la chaîne de la Sainte-Baume. En effet, les Dolomies du ravin du Fauge et celles des Estagnols, près Cuges, se font face des deux côtés de la bande de terrains renversés qui prolonge la crête, et la distance qui les sépare n'atteint pas 2 km.

Je dois avouer toutefois que cette conclusion, qui aujourd'hui me paraît la seule possible, ne s'est pas imposée tout de suite à mon esprit. J'avais cru trouver dans l'existence d'un pli déversé au Sud-Est (celui de Roque-Forcade) un argument en faveur d'une autre interprétation, donnée tout d'abord, dès 1888, par Marcel Bertrand (2) et reprise plus tard par M. Fournier (8). Elle est basée sur l'hypothèse d'un pli sinueux, moulé autour de l'extrémité occidentale de la chaîne de la Sainte-Baume. C'est la forme extrême donnée par M. Fournier à la conception des plis sinueux qui m'a déterminé à chercher dans une autre voie la solution du problème. Mes levés détaillés, tout en confirmant l'existence du pli de Roque-Forcade déversé au Sud-Est, m'ont convaincu cependant de l'absence de continuité entre ce pli et les accidents du versant méridional de la Sainte-Baume (v. p. 174).

La nappe de charriage qui recouvrait primitivement la crête de la Sainte-Baume et le dôme de la Lare s'étendait certainement vers le Nord au delà des digitations du massif de Roque-Forcade et de la zone de lambeaux de recouvrement qui prolongeait l'une d'elles vers Saint-Zacharie. On doit lui attribuer non seulement les collines jurassiques de la rive gauche de l'Huveaune, entre Roquevaire et Auriol, mais en outre, ainsi qu'il résulte des observations de Marcel Bertrand, les massifs de la Bourine et de la Détrouse, sur la rive droite de l'Huveaune.

Si l'on admet que la nappe de Cuges s'enracine sous la nappe d'Urgonien, c'est donc, entre la Bourine et Cuges, sur une largeur de près de 15 km., que la superposition de cette nappe à des nappes plus profondes ou à des masses autochtones peut être constatée par observation directe.

La nappe de Cuges et de Signes n'est pas la seule qui vienne à l'affleurement sur le versant méridional de la Sainte-Baume. J'ai donné le nom de *nappe de Riboux* à une masse en recouvrement qui s'enfonce sous la nappe de Cuges et sous la nappe de Signes et qui affleure sous la forme d'une bande plus ou moins large, principalement constituée par de l'Hettangien, continue depuis les sources de Saint-Pons jusqu'au vallon du Raby. Des intercalations plus ou moins étroites de Trias moyen ou supérieur vers

la base de cette lame d'Hettangien permettent d'assimiler celle-ci à un anticlinal couché, à flanc inverse plus ou moins étiré, sans préjudice des accidents qui peuvent affecter sa partie supérieure.

La profonde coupure du Raby permet de reconnaître le grand développement que prend le Trias dans la partie de la nappe de Riboux qui est située au Sud de la bande hettangienne et qui, sauf dans cette coupure, est entièrement recouverte par la nappe de Signes. Plus à l'Est, en dehors des limites de la région étudiée dans le présent travail, de grandes masses de Trias, certainement continues avec la nappe de Riboux, apparaissent dans la *fenêtre de Méounes et de Garéoult*, ménagée dans une nappe de Jurassique supérieur qui n'est autre chose que la continuation directe de la nappe de Signes. Je renvoie, pour la description de cette fenêtre, à des notes antérieures (14, 17). On y verra que, sur tout son pourtour, une surface d'étiement, placée tantôt plus haut, tantôt plus bas, sépare le Trias de la nappe de Riboux du Jurassique de la nappe de Signes. Et ce contact anormal se poursuit jusqu'à Mompenti, au Nord de Roquebrussanne, ainsi qu'il ressort des observations de M. Zurcher (5).

Par contre, entre Signes et Mazaugues, l'étiement s'atténue graduellement du Sud au Nord, si bien qu'au Mourré d'Agnis la nappe de Riboux et la nappe de Signes se confondent en une série normale continue, allant de l'Hettangien aux dolomies kimeridgiennes. Cette série est charriée sur la série autochtone, elle se termine au Nord par un abrupt qui domine la plaine de Mazaugues et qui joue le même rôle orographique que la paroi de la Sainte-Baume, sans être son homologue tectonique.

La continuité entre les deux nappes est d'ailleurs un fait tout à fait exceptionnel. J'ai montré, par contre, qu'en un très grand nombre de points les dolomies kimeridgiennes de la nappe de Signes reposent directement soit sur l'Hettangien soit sur le Trias. On est donc en droit de conclure que, partout où la nappe de Signes est en contact direct avec la « série renversée » ou avec les terrains autochtones, la nappe de Riboux a disparu par étiement. C'est ainsi qu'après avoir subi un écrasement complet au contact de la terminaison périclinale de l'Urgonien renversé (p. 169) elle manque totalement sous la nappe de Cuges : 1° dans la zone de Roque-Forcade et de Nans ; 2° à la base des digitations du massif de Roussargue ; 3° dans la rangée méridionale de lambeaux de recouvrement, qui s'étend de la Vède jusqu'au vallon de Peyrueil. Elle est également absente dans le massif de la Bourinc et de la Détrousse, ainsi que dans la Sambuc, tandis que dans la région intermédiaire, le Trias prend un grand développement.

On est dès lors en droit d'envisager la zone triasique de l'Huveaune comme une masse charriée, séparée, grâce à un étirement complet, de la masse principale de la nappe de Cuges, avec laquelle elle était primitivement en continuité. On a vu (p. 131) que sur ses bords, lorsqu'elle n'est pas délimitée par une faille verticale, elle s'amincit et s'intercale en coin entre le soubassement autochtone et les lambeaux de la nappe de Cuges. La situation de quelques-uns de ces lambeaux par rapport à la nappe triasique est exactement la même que celle des plateaux jurassiques des environs de Signes et de Roquebrussanne par rapport à la fenêtre de Méounes. La seule différence essentielle réside dans l'état d'érosion beaucoup plus avancé que présente la vallée de l'Huveaune.

Par analogie et pour les raisons développées pour la zone triasique de l'Huveaune, on peut également attribuer à la nappe de Riboux la grande bande triasique qui s'étend de Rougiers à Barjols. Elle est séparée du Trias de la fenêtre de Méounes et de Garéoult par une zone correspondant au bord méridional du synclinal de Camps, où le Trias est étiré entre la série autochtone et le Jurassique charrié, continu avec la nappe de Signes.

Sur le versant méridional de la Sainte-Baume, la nappe de Riboux repose partout sur la *série renversée* de la crête, qui affleure d'une manière continue depuis le vallon de Saint-Pons jusqu'au delà de l'Héritière, à l'Ouest de Mazaugues. Je n'en connais pas d'autres affleurements à l'Est de la ligne Aubagne-Auriol. On peut l'envisager comme une nappe indépendante, intercalée localement entre la série autochtone et les nappes supérieures.

J'ai attribué à la *série autochtone* les affleurements suivants : 1° le dôme de la Lare ; 2° le socle de la Sainte-Baume ; 3° les dômes de la Pomme et du bois Saint-Clair ; 4° la chaîne de l'Olympe ; 5° les fenêtres crétacées de Chibron, de Signes et de Mempenti, près Roquebrussanne. J'ai donné plus haut les preuves de la continuité en profondeur du dôme de la Lare et du socle de la Sainte-Baume. L'une d'elles est l'identité de faciès du Néocrétacé au Nord et au Sud de la zone des collines de Nans. Le même argument peut être invoqué en faveur de la continuité des dômes situés au Nord de l'Huveaune avec la Lare, par-dessous la zone triasique. Le caractère autochtone de la chaîne de l'Olympe résulte en outre du fait que ses terrains s'enfoncent à l'Est sous la zone triasique de Rougiers et de Barjols (16). Quant aux affleurements crétacés qui apparaissent dans les fenêtres du versant méridional, leurs faciès sont encore les mêmes que ceux

du versant septentrional et leur situation sous le Trias peut être directement observée.

PHASES DE L'ÉVOLUTION TECTONIQUE DE LA SAINTE-BAUME. — En résumé, le massif de la Sainte-Baume comprend, de bas en haut, les séries suivantes, superposées et séparées l'une de l'autre par des surfaces de charriage :

- 1° la *série normale autochtone* ;
- 2° la *série renversée* ;
- 3° la *série normale supérieure*.

Cette série supérieure est quelquefois continue dans le sens vertical, mais elle se divise le plus souvent en trois nappes, séparées par des surfaces d'éirement, qui donnent lieu à des contacts anormaux ; ce sont les suivantes :

- a) la *nappe de Riboux*, que, pour la commodité du langage, on peut appeler la *nappe triasique*, bien que, par endroits, elle soit constituée par une simple lame d'Hettangien ;
- b) la *nappe de Cuges et de Signes*, ou *nappe jurassique* ;
- c) la *nappe de Gémenos*, ou *nappe urgonienne*.

Il est hors de doute que les trois nappes qui forment la série supérieure s'enracinent au Sud, mais nul ne peut dire jusqu'où vers le Sud se poursuit en profondeur, sous les terrains charriés, la série autochtone. Par contre, la série renversée est sans racines, car on n'en retrouve aucune trace au Sud de ses affleurements actuels, dans les fenêtres des environs de Signes.

Si l'on ramène le phénomène des nappes à la formation préalable d'un grand pli couché, on est conduit à assimiler la série normale de la Sainte-Baume au flanc normal de l'anticlinal. La série renversée peut alors être envisagée comme un lambeau du flanc inverse de l'anticlinal séparé de la charnière synclinale, dont l'emplacement précis en profondeur est inconnu. Dans cette interprétation, la série autochtone représenterait le flanc normal du synclinal.

Il est très plausible qu'un pareil pli couché a existé au cours d'une *première phase* de l'évolution tectonique de la Sainte-Baume, mais des déformations ultérieures n'ont pas tardé à se produire au cours de phases ultérieures et à donner lieu à des complications plus grandes.

Dans une *seconde phase*, les couches constituant le flanc normal ont continué leur progression vers le Nord, mais différents termes de la série normale n'ont pas obéi de la même

façon aux poussées tangentielles. En raison de leurs différences de plasticité, il s'est produit des décollements suivant des surfaces parallèles à la surface des couches, ou légèrement obliques par rapport à celle-ci. Les couches suivant lesquelles s'est en général opéré le décollement sont les termes argileux de la série, le Trias supérieur, le Bathonien marneux et l'Hauterivien, fréquemment entièrement étirés, de même que les termes voisins. C'est ainsi que le Lias à silex, le Bathonien calcaire, les Calcaires Blancs peuvent manquer sur de grandes surfaces, de sorte que les dolomies hettangiennes se trouvent en contact direct avec les dolomies kimeridgiennes et celles-ci avec l'Urgonien. Les séries séparées par les surfaces d'étirement se comportent alors comme des nappes indépendantes, où apparaissent des plissements secondaires et des imbrications multiples. En outre, il se produit, dans les termes qui ont résisté à l'étirement, des arrachements, d'où résultent des lames discontinues. Ainsi, la nappe triasique s'est trouvée séparée en plusieurs tronçons, tandis que la nappe jurassique et sans doute aussi la nappe urgonienne semblent avoir été continues dans toute l'étendue de la région étudiée dans ce travail.

Au cours d'une *troisième phase*, les poussées unilatérales paraissent avoir fait place à une compression bilatérale, l'ensemble du pays subissant maintenant un véritable écrasement suivant une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe du grand pli couché préexistant. Les nappes se comportent désormais comme des couches normalement superposées, leur déformation donne naissance à des plis droits ou déversés en sens inverse du pli primitif. La présence de l'Aptien au centre d'une voûte d'Urgonien, à l'Est du vallon du Fauge (p. 126), s'explique ainsi par un plissement de la nappe de terrains renversés. D'autre part, la discontinuité des nappes rend compte d'anomalies qu'il serait difficile d'interpréter si le plissement affectait des séries d'une épaisseur constante.

Tous les géologues qui ont parcouru la région ont été frappés du contraste qui existe entre la structure des zones triasiques et celle des massifs jurassiques voisins. Ici ce sont de grandes masses tabulaires, où les couches sont demeurées presque horizontales, malgré les charriages qu'elles ont subis. Là c'est une succession de plis droits, très serrés, où les bancs calcaires du Trias moyen sont souvent redressés verticalement. Le fait est général dans la zone triasique de l'Huveaune, dans la bande de Rougiers et de Barjols, dans la fenêtre de Méounes et de Garéoult.

Je crois pouvoir attribuer également à la discontinuité des nappes l'existence d'un pli déversé en sens inverse de la direction habituelle, dont j'ai signalé la présence sur le bord méridional de la zone de Roque-Forcade et de Nans ¹. En effet, ce bord coïncide à peu près avec la limite nord du lambeau méridional de la nappe de Riboux ; il correspond à une ligne le long de laquelle l'épaisseur totale des terrains charriés diminue brusquement, autrement dit à une zone de faiblesse. On conçoit dès lors qu'au moment où l'ensemble de la région a été soumis à une compression bilatérale, le bord de la région d'épaisseur réduite se soit déversé vers le bord de la région contiguë d'épaisseur normale. Nous sommes ici en présence d'un cas où la formation d'un *pli en retour* s'explique par l'hétérogénéité des terrains soumis à l'action des forces tangentielles.

On peut attribuer à une *quatrième phase* les déformations qu'a subies la région suivant des lignes orthogonales par rapport à l'axe du pli couché primitif et aux directions des plis secondaires, déformations sans l'intervention desquelles les nappes supérieures occuperaient des surfaces beaucoup plus étendues et ne laisseraient apparaître leur substratum qu'au fond d'étroites entailles dues à l'érosion. Ces déformations transversales ont eu pour résultat de porter des segments plus ou moins étendus à des altitudes supérieures à leur niveau primitif et d'en amener d'autres à des altitudes moindres. Il s'est formé ainsi des aires de surélévation, où la dénudation a fait son œuvre, et des aires d'ennoyage, où se sont accumulés des sédiments appartenant à une période plus récente que le plissement, dans l'espèce le Néonummulitique.

La principale surélévation s'est produite suivant une ligne grossièrement Nord-Sud et elle a affecté toute la région médiane du massif de la Sainte-Baume, où les terrains de la série autochtone s'élèvent à de plus grandes altitudes et affleurent sur de plus grandes surfaces que dans la région occidentale et orientale. Ces massifs autochtones surélevés sont les suivants : l'Olympe (situé en dehors des limites du présent travail), la Lare, le socle de la Sainte-Baume, entre le col de la Machine et les Glacières.

C'est également grâce à la surélévation transversale que la série renversée est arrivée à l'affleurement et que, à l'Est de Cuges, la nappe de Riboux est dénudée sur une grande éten-

1. Cette interprétation me paraît mieux rendre compte des faits d'observation que l'hypothèse de poussées *alpines* dirigées vers le Sud, à laquelle je m'étais arrêté un instant.

due. A l'origine, les nappes supérieures recouvraient certainement tous ces massifs, mais, par suite de la surélévation, les agents dynamiques externes se sont attaqués aux parties culminantes et ont ramené au jour le substratum, ne laissant subsister que des témoins de ces nappes, dans l'intervalle des massifs.

Comme contre-partie de la surélévation de la région médiane, on constate, à l'Ouest et à l'Est, un ennoyage général, qui fait disparaître totalement ou partiellement, sous les nappes supérieures, la série autochtone et la série renversée.

L'ennoyage est particulièrement brusque et profond à l'Ouest. Les terrains crétacés autochtones qui entourent la Lare disparaissent sous la nappe jurassique et la surface de charriage qui les sépare plonge très régulièrement vers le Sud-Ouest. La bande de Garumnien du vallon de Bassan, comprise entre l'éperon jurassique des Fauces et celui du Baou Rouge, s'enfonce en tunnel sous le massif de Roussargue. De même les terrains néocrétacés des Daurenques et de la Coutronne pénètrent, au Nord-Est du col de l'Espigoulier, sous les terrains jurassiques de ce massif. L'ennoyage du Crétacé supérieur du socle de la Sainte-Baume se manifeste par le rapide abaissement d'axe que subissent l'anticlinal et le synclinal du Plan-d'Aups dans le ravin du Fauge, où ils s'enfoncent sous le pli de Roque-Forcade. Plus au Sud, la série renversée s'ennoye sous les nappes supérieures et présente la grandiose terminaison périclinale que j'ai décrite plus haut (p. 127). Le lambeau de la nappe inférieure qui constitue la zone triasique de l'Huveaune s'enfonce de même à l'Ouest sous la nappe jurassique, réduite par l'érosion à quelques lambeaux. La nappe jurassique disparaît à son tour, au Sud-Ouest, sous la nappe urgonienne.

A l'Est, l'ennoyage est beaucoup moins brusque. Pourtant le Jurassique autochtone de l'Olympe s'enfonce assez rapidement sous le Trias de Rougiers et le Jurassique autochtone de la Lare plonge nettement sous le Jurassique charrié de Nans. Mais les terrains néocrétacés du socle de la Sainte-Baume s'abaissent insensiblement du niveau élevé qu'ils atteignent à l'Ouest du Plan-d'Aups (850 m.) au niveau beaucoup plus bas qu'ils occupent à Camps (260 m.). Plus au Sud, l'ennoyage n'est guère plus accentué, mais l'abaissement vers l'Est de la surface de base des nappes supérieures est mis en évidence par le fait que les terrains néocrétacés autochtones n'apparaissent plus sous le Trias de la nappe inférieure à l'Est de Méounes.

On peut enfin envisager comme une *cinquième phase* de l'évolution tectonique de la Sainte-Baume l'affaissement, suivant des

failles longitudinales, de bandes de terrains, qui, pour une raison ou pour une autre, avaient subi une surcharge. C'est ainsi que trois failles grossièrement parallèles et dirigées à peu près W.-E. ont donné lieu à une descente en escalier du bord septentrional du dôme de la Lare. D'autres failles marquent le bord méridional de la zone triasique de l'Huveaune et affectent également les lambeaux de recouvrement de la nappe jurassique ainsi que le substratum autochtone. La faille qui sépare l'éperon de la Liqueta du Baou Rouge appartient au même groupe. J'ai décrit (p. 123) les failles conjuguées, dirigées W.-E. et S.W.-N.E., qui, à l'Est du Plan-d'Aups, ont donné lieu à un affaissement de la bordure crétacée de la Lare par rapport au socle de la Sainte-Baume, qui leur doit sa situation dominante au-dessus de la dépression du Cauron et de la plaine triasique. Il y a lieu, enfin, de rappeler les failles d'un faible rejet qui accidentent la nappe de Riboux. Elles sont sensiblement parallèles à la crête de la Sainte-Baume.

Si, pour la commodité de l'exposition, j'ai attribué à des phases successives les différents phénomènes de diastrophisme qui ont donné au massif de la Sainte-Baume sa configuration actuelle, cela ne veut pas dire que ces différentes phases se soient succédé rigoureusement dans l'ordre indiqué, ni que deux ou trois d'entre elles n'aient pu se confondre dans le temps; mais il semble en tous cas hors de doute que d'importantes déformations se sont produites après la mise en place des nappes.

COMPARAISON AVEC LES RÉGIONS VOISINES. — A l'Ouest du massif de la Sainte-Baume s'étend un autre pays de nappes, qui a fait de la part de Marcel Bertrand l'objet d'un important mémoire (10), où est exposée, avec arguments décisifs à l'appui, la théorie de la grande nappe de recouvrement de la Basse-Provence. L'interprétation, conforme à cette théorie, que Marcel Bertrand a donnée de la structure de la chaîne de l'Étoile et du massif d'Allauch aurait peut-être rallié l'adhésion unanime des géologues, si les descriptions sur quoi elle est fondée avaient été accompagnées d'une carte à grande échelle et de coupes sérieées. Il faut une grande habitude de la stratigraphie et de la tectonique provençales pour lire avec fruit le mémoire de Marcel Bertrand. Je serais entraîné beaucoup trop loin, si je voulais en donner un résumé, même sommaire, pour en dégager les analogies qui existent entre la structure de la chaîne de l'Étoile et celle de la Sainte-Baume. Je préfère baser cette comparaison sur une coupe classique, publiée par Marcel Bertrand et véri-

fiée, dans ses données essentielles, par des travaux ultérieurs, la coupe des terrains traversés par la « Galerie de la Mer », dont notre regretté président A. Boistel a discuté, dans notre Bulletin¹, les résultats géologiques. Elle traverse toute la chaîne de l'Étoile, dont elle synthétise en quelque sorte la structure, depuis le Puits Ernest Biver, au Sud-Est de Gardanne, jusqu'à l'anse de la Madrague, au Nord de Marseille. Elle coupe du N.E. au S.W. les éléments tectoniques suivants :

1° une lame de charriage (lambeau de Gardanne : Valdonnien-Bégudien) arrachée à la série autochtone du bassin de Fuveau et séparée de la série suivante par une surface de charriage, la « faille du Safré » ;

2° une série renversée, comprenant les termes supérieurs du Néocrétacé, le Santonien marin, l'Aptien et l'Urgonien et séparée de la série suivante par une surface de charriage faiblement inclinée, la « faille du Pilon du Roi » ;

3° une faible épaisseur de Marnes Irisées et de dolomies hettangiennes, séparée de la série suivante par une surface d'étirement correspondant à l'absence des calcaires du Lias ;

4° une série normale, comprenant le Bathonien et le Callovien marneux, des calcaires oxfordiens (?) et séquaniens et une masse puissante de dolomies kimeridiennes, séparée de l'Urgonien de la série suivante par une surface de chevauchement, la « faille du Puits de la Mure » ;

5° une voûte d'Urgonien, avec noyau d'Hauterivien, de Valangien et de Dolomies.

L'analogie de cette succession de nappes avec celle de la Sainte-Baume est tout à fait frappante. La série autochtone, la série renversée, la série normale, avec ses trois nappes, triasique, jurassique et urgonienne, se retrouvent dans le même ordre de superposition, les surfaces de charriage ou d'étirement mettent en contact les mêmes termes. Mais l'analogie est encore plus grande, si, au lieu de n'envisager que les terrains traversés par la galerie, on tient compte également des affleurements en surface. On constate alors que la faille du Puits de la Mure, de subverticale qu'elle était, devient horizontale, car il existe, en avant des Dolomies, un lambeau de recouvrement éocétacé, posé sur le Jurassique moyen, qui se rattache à la nappe urgonienne (5) et qui est tout à fait l'équivalent du lambeau urgonien que j'ai signalé à l'Est du mont Cruvelier, près de Cuges. On

1. A. BOISTEL. Résultats géologiques du percement de la galerie de Gardanne à la Mer. *B. S. G. F.* [4], V, p. 724-740, 4 fig., 1905.

peut faire la même constatation pour la faille du Pilon du Roi : sa partie rabattue horizontalement sépare un lambeau de recouvrement de Trias de l'Aptien renversé, dans lequel il est pincé en synclinal.

Marcel Bertrand avait déjà affirmé (10) que la chaîne de l'Étoile et le massif de la Sainte-Baume sont constitués par les mêmes nappes, superposées dans le même ordre, mais il n'a pas développé ses conclusions. L'étude de détail du massif de la Sainte-Baume montre que les analogies sont encore plus grandes qu'il pouvait sembler tout d'abord. En effet, « la grande nappe de recouvrement de la Basse-Provence » n'est autre chose que notre « série normale supérieure » et, de plus, la même séparation de cette nappe en trois nappes secondaires, constituées de part et d'autre par les mêmes terrains, se retrouve dans les deux massifs.

L'identité de structure des deux régions est complétée en outre par des analogies stratigraphiques remarquables.

Marcel Bertrand a attiré l'attention sur le faciès particulier que présente l'Aptien, dans la bande de terrains renversés de Simiane et sur le pourtour du massif d'Allauch. Il a montré que ce faciès (faciès de Fondouille) est propre à la nappe renversée et qu'il n'existe ni dans le soubassement autochtone ni dans la grande nappe. Il en est exactement de même dans le massif de la Sainte-Baume, où ce même faciès de l'Aptien prend un grand développement dans la série renversée.

La série autochtone présente, elle aussi, des particularités stratigraphiques, que l'on ne retrouve ni dans la série renversée, ni dans la série normale supérieure. L'Urgonien ne s'y rencontre qu'exceptionnellement (Sud du massif d'Allauch, Camps, fenêtres de Signes et de Méounes) et l'Aptien manque entièrement. Le Jurassique supérieur ou le Valanginien sont séparés du Sénonien par une couche de bauxite, d'ailleurs discontinue et d'épaisseur très variable, et cette formation semble à peu près localisée dans la série autochtone (Sainte-Victoire, massif de la Pomme, Olympe, massif d'Allauch, dôme de la Lare, socle de la Sainte-Baume jusqu'au Candelon, Brignoles, le Val-Vins, Thoronet, Lorgues, etc.)¹.

La série normale supérieure se distingue par le grand développement qu'y possèdent l'Aptien (faciès vaseux), le Cénomanién et le Turonien. Quant aux particularités du Jurassique, je laisse à M. Lanquine le soin de mettre en évidence celles qui caracté-

1. Exception faite cependant pour la couche peu épaisse qui existe au Nord du Revest, entre l'Urgonien et le Cénomanién, et qui appartient à la nappe supérieure.

risent la série charriée et qui permettent de la distinguer de la série autochtone.

Jé ne puis m'attarder ici à comparer dans le détail la structure de la chaîne de l'Étoile avec celle du massif de la Sainte-Baume, ni à discuter la manière dont se raccordent les dislocations des deux rives de l'Huveaune. Il suffira de rappeler que le massif d'Allauch, situé au Sud-Est de la chaîne de l'Étoile, est un dôme autochtone comme la Lare et qu'il est entouré comme elle d'une ceinture de terrains appartenant à la nappe jurassique, mais qu'en outre, des lambeaux de la série renversée et une ceinture de Trias s'intercalent entre les deux termes. Il est incontestable, dès lors, que le massif d'Allauch est, comme la Lare et comme la chaîne de la Sainte-Baume, un massif autochtone surélevé, débarrassé par l'érosion des nappes qui le recouvraient. Le massif d'Allauch et la Lare se font pendant à l'Ouest et à l'Est de la vallée moyenne de l'Huveaune (entre la gare d'Auriol et Aubagne), qui doit son origine, comme il a été dit plus haut, à un ennoyage transversal. Toutes les nappes de la région y sont représentées, au moins à l'état de lambeaux. Les témoins de la plus élevée dessinent l'axe d'un synclinal, orienté grossièrement N.-S. ; les nappes inférieures se redressent symétriquement à l'Ouest et à l'Est et s'appuient sur les flancs des massifs autochtones surélevés. Après l'ennoyage, à l'époque néonummulitique, la vallée tectonique a servi de lit à un cours d'eau, qui l'a encombrée de ses alluvions.

On voit maintenant que la disparition de la série renversée sous les nappes supérieures, à l'Est du vallon de Saint-Pons, n'est que momentanée. Les mêmes terrains reparaissent, entre la série autochtone et la nappe triasique, sur les flancs du massif d'Allauch.

Il y aurait lieu, pour terminer, de rechercher ce que deviennent les nappes du massif de la Sainte-Baume à l'Est de la région étudiée dans le présent travail. Je ne puis m'étendre ici sur cette question et dois me borner à quelques indications tout à fait générales.

J'ai déjà dit plus haut que la série renversée s'écrasait entre la série autochtone et la série normale supérieure sans atteindre Mazaugues. La nappe urgonienne n'est pas connue à l'Est de la coupure transversale du Gapeau. Il n'y a donc plus lieu de distinguer dans l'Est que la série autochtone, la nappe triasique et la nappe jurassique. Ces deux nappes secondaires de la série normale supérieure sont tantôt soudées, tantôt séparées par une surface d'étirement ou de décollement.

Nous les avons primitivement, M. Léon Bertrand et moi (16), considérées comme une nappe unique, dont nous avons décrit l'extension dans le Nord du département du Var, en lui donnant le nom de *nappe des Bessillons*, qui devient aujourd'hui inutile, puisqu'il ne s'agit pas d'autre chose que de la grande nappe de recouvrement de la Basse-Provence.

Je me réserve de montrer ailleurs comment la série autochtone s'enfonce à l'Est sous cette nappe, de manière à disparaître définitivement, et d'établir que la nappe triasique est absolument continue avec la bordure triasique et permienne des Maures et de l'Estérel. Quant à préciser la limite de l'extension de la grande nappe de Provence vers le Nord-Est, c'est un problème tectonique très ardu, dont MM. Léon Bertrand et A. Lanquigne nous donneront sans doute prochainement la solution.

CONCLUSIONS. — Ayant abordé l'étude tectonique du massif de la Sainte-Baume sans aucune idée théorique préconçue, j'ai été conduit, après quelques détours, à des conclusions qui coïncident en général avec celles que Marcel Bertrand déduisait de l'étude de la chaîne de l'Étoile et du massif d'Allauch et qu'il aurait appliquées à la Sainte-Baume, si la maladie n'avait pas prématurément mis fin à son activité scientifique. J'ai retrouvé, dans la région qui fait l'objet de ce travail, les nappes dont Marcel Bertrand avait reconnu l'existence dans la région à l'Ouest de l'Huveaune. Elles présentent les mêmes caractères stratigraphiques et se succèdent dans le même ordre. Dans les deux régions, le soubassement autochtone apparaît grâce à la destruction, par les agents dynamiques externes, des nappes dans les régions surélevées. Dans les deux régions, la nappe de terrains renversés est représentée par de grands lambeaux, séparés de leurs racines. Dans les deux régions, les nappes supérieures s'enracinent au Sud, sans qu'il soit possible d'indiquer jusqu'où s'étend en profondeur leur superposition anormale à la série autochtone. Dans les deux régions, des mouvements orogéniques postérieurs au charriage ont donné lieu à des plissements secondaires, suivis de surélévations transversales et d'effondrements.

Si pour les grandes lignes de la tectonique mes observations confirment en tous points celles de Marcel Bertrand, mes levés détaillés m'ont cependant permis de mettre en évidence un certain nombre de faits, qui avaient échappé à mes devanciers et qui ne sont pas sans importance pour la compréhension de la structure de la Sainte-Baume. Je rappellerai les principaux. Ce sont les suivants :

1° Dans la zone triasique de l'Huveaune, le Trias moyen apparaît sous la forme de petits dômes elliptiques très réguliers.

2° La zone des collines jurassiques de Roque-Forcade et de Nans présente, sur son bord méridional, un anticlinal déversé vers le Sud-Est.

3° Dans la partie moyenne de cette zone, le flanc inverse étiré apparaît dans plusieurs petites fenêtres creusées par l'érosion dans le flanc normal.

4° La série renversée de la crête de la Sainte-Baume présente, à l'Est du vallon de Saint-Pons, une terminaison périclinale, autour de laquelle se moulent les nappes supérieures.

5° Il existe, sur le bord méridional de la Sainte-Baume, au-dessus de la série renversée, trois unités tectoniques distinctes, avec surface d'étirement à la base, qui se comportent comme autant de nappes indépendantes.

6° La nappe inférieure diminue graduellement d'épaisseur vers l'Ouest, elle finit par s'étirer complètement au contact de la terminaison périclinale de l'Urgonien renversé.

7° La nappe inférieure apparaît en fenêtres sous la nappe moyenne.

M. Repelin a contesté la plupart de ces observations. J'ai exposé au cours de ce travail les faits de détail sur lesquels sont basées mes conclusions. Plusieurs de nos confrères ont déjà pu en vérifier l'exactitude.

ÉTUDE GÉOLOGIQUE

DE LA RÉGION SILURIENNE DE CHÂTEAUBRIANT

(LOIRE-INFÉRIEURE)

PAR **F. Kerforne** ¹.

Les observations géologiques qui suivent développent et complètent une note présentée récemment à l'Académie des Sciences². Elles s'appliquent à une région qui s'étend depuis la Vilaine à l'Ouest jusqu'à Pouancé à l'Est et depuis Poligné au Nord jusqu'à Erbray au Sud.

En dehors de cette région il y a dans le voisinage un certain nombre de variations de faciès importantes.

C'est ainsi qu'à l'Ouest, au delà de la Vilaine, les niveaux ferrifères de l'Ordovicien, s'ils ne disparaissent pas complètement paraissent perdre de leur importance et de leur régularité ; il en est de même sur le flanc nord du synclinal de Poligné.

Vers l'Est, à partir de Pouancé, commence la région de Segré, qui se relie intimement dans ses grandes lignes à la région de Châteaubriant, mais présente cependant quelques caractères spéciaux.

Vers le Sud des modifications très importantes se produisent : l'Ordovicien inférieur devient presque entièrement schisteux et les bancs gréseux qu'il contient encore, surtout vers sa partie supérieure, passent à des arkoses (arkoses de Bains)³ pour reprendre au Sud de Redon un faciès plus siliceux et plus normal.

Quant au Gothlandien, il prend également un faciès particulier où dominant les bancs de phtanite et les schistes.

Ceci dit, la région qui fait l'objet de cette étude comprend :

- le flanc sud du synclinal de Poligné,
- l'anticlinal de Bain,
- le synclinal de la forêt de Teillay,
- l'anticlinal de Châteaubriant,
- le flanc nord du synclinal d'Erbray.

1. Note présentée à la séance du 1^{er} février 1915.

2. F. KERFORNE. Sur la position systématique des couches de minerai de fer dans l'Ordovicien inférieur de la région de Châteaubriant. *C. R. Ac. Sc.*, 30 novembre 1914.

3. F. KERFORNE. Sur un faciès argileux de l'Ordovicien inférieur en Bretagne. *C. R. Ac. Sc.*, 10 juin 1912.

Cette étude géologique a été faite d'après la connaissance personnelle que j'avais de la région et d'après les indications fournies par une collaboration de cinq années avec la Compagnie minière armoricaine, la Société nantaise des Minerais de l'Ouest et la Compagnie générale des Mines de fer de Bretagne, à Teillay, à Rougé, à Fercé, à Sion, à Saint-Sulpice, la Dominelais, Abbaretz, la Meilleraie. Même collaboration depuis trois ans avec les grandes sociétés métallurgiques qui ont repris et développé, sur certains points, pour leur compte, les recherches de la Compagnie générale des Mines de fer de Bretagne et ont entrepris elles-mêmes d'importants travaux en profondeur : la Marine-Homécourt à Bain, Ercé, Pléchâtel et Varade ; Pont-à-Mousson à Renazé, la Chapelle-Hulin, Chazé-Henry ; Micheville à Ruffigné, Rougé et Moisdon ; les Aciéries de Longwy à Bain, Sion et Ruffigné ; MM. de Saintignon à Villepot et Noyal ; Marc Raty et C^{ie} à Soudan.

Les travaux qui ont fourni les indications les plus intéressantes soit au point de vue de l'allure du gisement de fer, soit pour déterminer la succession des différents terrains sur lesquels on n'avait pas de données précises auparavant, et qui d'ailleurs ont fait, au fur et à mesure de leur achèvement, l'objet de constatations régulières de la part du Service des Mines, représentent pour l'ensemble des sociétés indiquées ci-dessus, en chiffres arrondis : 6 200 m. de tranchées de 3 à 6 m. de profondeur comme travaux divers de surface ; 1 850 m. de sondages ; 1 850 m. de puits de recherches en surface ou en profondeur et de descenderies ; 1 900 m. de galeries et travers-bancs.

Il y a donc là un ensemble important qui a fourni des données précises et nombreuses.

STRATIGRAPHIE

Sur l'Algonkien abrasé formant le soubassement profond de la région, reposent en discordance le Cambrien, l'Ordovicien et le Gothlandien¹. Ils sont concordants entre eux mais l'Ordovicien repose quelquefois directement sur l'Algonkien.

ALGONKIEN. — Les terrains rapportés à l'Algonkien sont essentiellement formés de schistes argileux, fissiles, dont les surfaces de séparation sont planes et lisses ; ils sont de couleur verdâtre ou bleuâtre, quelquefois légèrement rosée. Ils ont fourni en certains points de mauvaises ardoises ; ailleurs leur compacité est assez grande pour qu'on puisse les débiter en dalles et même en retirer des moellons de qualité inférieure. Par altération ils donnent en surface des plaquettes schisteuses tendres et jaunâtres et des argiles de couleur claire légèrement ocreuse.

1. F. KERFORNE. Sur les mouvements préhercyniens du Massif breton. *C. R. Ac. Sc.*, 21 février 1910.

Ils contiennent des intercalations de grès plus ou moins argileux, souvent à gros grains et même arkosiques ; elles sont généralement peu importantes mais elles acquièrent cependant en certaines localités une puissance assez considérable et passent quelquefois, par exemple dans le bourg de Saint-Malo-de-Phily, à de véritables poudingues de couleur claire et à éléments quartzeux arrondis, plus ou moins volumineux. Ces bancs sont intercalés irrégulièrement dans les schistes et ont une forme lenticulaire allongée.

L'Algonkien est en général exactement représenté sur la Carte géologique, sauf cependant à Port-de-Roche au Nord de Langon et à Sainte-Anne-sur-Vilaine, où il a été porté en Cambrien, alors que son faciès, la présence de poudingues arkosiques intercalés et son pendage, différent de celui de l'Ordovicien, permettent cependant de l'identifier ; sauf encore à l'Ouest de Châteaubriant, entre Ruffigné et Saint-Aubin-des-Châteaux, où la Carte géologique porte des formations pliocènes en de nombreux points où il affleure et où il est même exploité en carrière (moulin de Beauchêne).

Topographiquement les affleurements de l'Algonkien se traduisent par des plaines basses, en général marécageuses, excepté là où ils contiennent des intercalations de grès ou de poudingues ; ils atteignent alors des cotes élevées : au rocher d'Uzel, par exemple.

L'Algonkien affleure dans la partie axiale de l'anticlinal de Bain, mais seulement dans la partie occidentale jusqu'à Bain et dans la partie orientale à l'Est de la forêt d'Araize ; la partie médiane de l'anticlinal est formée uniquement par l'Ordovicien. Il affleure aussi dans la partie orientale de l'anticlinal de Châteaubriant jusque vers Ruffigné et dans la partie occidentale du même anticlinal vers Sainte-Anne-sur-Vilaine.

Il n'a pas fourni jusqu'à présent de fossiles nettement caractérisés.

CAMBRIEN. — La mer cambrienne venant recouvrir des terres ayant passé par une période continentale sans doute longue et pendant laquelle il y a eu suroxydation des sels de fer contenus dans les roches exposées au contact direct de l'oxygène, dépose des sédiments de couleur rouge lie-de-vin.

C'est d'abord, à la base, indice caractéristique de la transgression, un poudingue (*Poudingue pourpré*) formé aux dépens des éléments résistants des terrains sous-jacents : grès argileux, grès arkosiques, quartz. Il est bien développé à l'Ouest de la Vilaine, en particulier à Goven ; il est moins apparent dans la

région étudiée et paraît même manquer quelquefois. J'ai reconnu sa présence sur la route de la station de Pléchâtel à Bain, près du Plessix-Bardoult, sous forme d'une sorte d'arkose grossière, rosée ou verdâtre, contenant de nombreux galets bien arrondis. M. Davy le signale au-dessous des schistes rouges exploités dans les carrières du Breuil, près de Châteaubriant¹.

Au-dessus, peut-être quelquefois à sa place, on trouve des schistes rouge lie-de-vin avec intercalation de bancs verts (colorés par des sels ferreux).

Ils se distinguent en général facilement des schistes algonkiens, même quand ils sont décolorés superficiellement : ils sont plus compacts et plus siliceux ; ils se divisent rarement en feuillets minces et à surfaces planes, mais plutôt en blocs à cassure rugueuse et inégale, aussi sont-ils souvent employés comme moellons. Souvent la stratification est peu nette, d'autant plus qu'il existe presque toujours des plans de schistosité finement ondulés et serrés, constituant un feuilletage oblique ou vertical qui masque la stratification véritable. C'est pour ce motif qu'on a longtemps méconnu leur situation en discordance sur l'Algonkien ; celle-ci est cependant très nette quand on peut déterminer la stratification².

On n'a pu encore établir en Bretagne de divisions précises dans cette formation comme dans la Mayenne et en Normandie.

Dans la région étudiée le Cambrien fait quelquefois défaut entre l'Algonkien et l'Ordovicien, soit par suite de transgressivité de l'Ordovicien, soit par suite de destruction par la mer ordovicienne, ou, ce qui paraît être le cas près de la vallée de la Vilaine, par suite de faille et laminage³.

Quand le Cambrien existe, on peut dire d'une manière générale qu'il est plus argileux et moins épais à l'Est qu'à l'Ouest.

Il forme un relief plus accentué que l'Algonkien, mais en général moins élevé que celui de l'Ordovicien inférieur.

A l'Ouest de la région étudiée il se termine souvent par des intercalations gréseuses et contient quelquefois à sa partie supérieure, à la limite de l'Ordovicien, une couche de minerai de fer discontinue⁴ qui a été autrefois exploitée à Coëtquidan et à

1. Entre autres travaux publiés par M. Davy sur la région de Châteaubriant, il convient de signaler ici l'intéressante étude sur les Minerais de fer parue dans le *Bulletin de la Société de l'Industrie minière* de 1911.

2. F. KERFORNE. Discordance du Cambrien sur le Précambrien près de Rennes. *B. S. G. Fr.*, (4), I, 1901, p. 258 ; Id. Note sur la Géologie des environs de Coëtquidan, *B. S. G. Fr.*, (4), VIII, 1908, p. 375.

3. F. KERFORNE. Sur la Tectonique de la région du Sud de Rennes. *C. R. Ac. Sc.*, 11 février 1912.

4. F. KERFORNE. Sur le minerai de fer de Coëtquidan. *C. R. Ac. Sc.*, 9 juin 1908.

Beignon. Celle-ci peut du reste être considérée aussi bien et peut-être même à plus juste titre comme appartenant à la base de l'Ordovicien.

Le Cambrien est bien représenté, dans la partie orientale de l'anticlinal de Châteaubriant ; à l'Ouest, on ne le trouve que sur le bord nord de l'anticlinal de Bain et seulement à son extrémité occidentale.

La faune est très pauvre : on ne peut citer que des *Vexillum* et des *Lingula*.

ORDOVICIEN INFÉRIEUR. — L'Ordovicien inférieur de la région, puissant de 500 m. environ à l'Ouest, mais diminuant notablement de puissance vers l'Est, a été considéré jusqu'à présent comme un tout homogène, à faciès gréseux (bien qu'on y ait signalé quelques intercalations schisteuses exceptionnelles), auquel on a donné le nom de *Grès armoricain*.

En réalité, dans toute la région considérée et jusqu'à la plaine algonkienne de Rennes, l'Ordovicien inférieur peut se subdiviser en trois horizons superposés et lithologiquement distincts, qui ont été reconnus dans tous les travaux de recherches exécutés aussi bien que partout où on peut suivre nettement la succession des terrains sur la surface naturelle du sol. Je les ai retrouvés sur le flanc nord du synclinal de Poligné (Guichen, Laillé, Bourg-des-Comptes) aussi bien que dans la région de Bain et de Châteaubriant.

La coupe suivante prise le long de la tranchée de chemin de fer de Rennes à Châteaubriant, au Nord de la station de Noyal-sur-Brutz (flanc sud de l'anticlinal de Bain) montre nettement ces subdivisions¹.

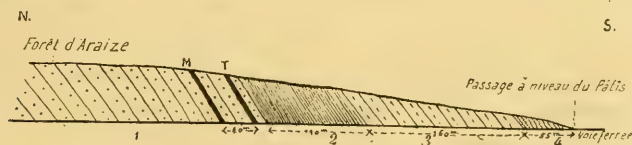


FIG. 1. — COUPE DE LA TRANCHÉE DE CHEMIN DE FER, AU NORD DE LA STATION DE NOYAL-SUR-BRUTZ.

1, Grès armoricain inférieur; 2, Schistes intermédiaires (110 m.); 3, Grès armoricain supérieur (160 m.); 4, Schistes à Calymmènes; T, M, Couches de minerais de fer.

La connaissance de ces subdivisions de l'Ordovicien inférieur a une importance capitale pour la recherche et l'étude des mine-

1. F. KERFORNE. Sur la position systématique des couches de minerais de fer dans l'Ordovicien inférieur de la région de Châteaubriant. C. R. Ac. Sc., 30 novembre 1914.

rais de fer de la région et un intérêt scientifique considérable ; leur méconnaissance a été cause de nombreuses erreurs de contours sur la Carte géologique et de nombreuses recherches infructueuses. Le contact des Schistes à Calymmènes a été placé tantôt à sa vraie place, tantôt à la base des schistes intermédiaires.

Je vais les passer successivement en revue.

1° Grès armoricain inférieur. — Il constitue la plus grande partie de l'Ordovicien inférieur et c'est à lui qu'il convient de conserver le nom de *Grès armoricain proprement dit*. C'est en général un grès quartzeux et massif, en gros bancs bien lités, ne contenant que de minces intercalations schisteuses plus ou moins micacées, excepté cependant en certaines localités où il présente à la base un faciès schisteux plus ou moins important.

Les fossiles signalés dans le Grès armoricain ont été recueillis alors qu'on ne distinguait pas les deux niveaux gréseux, de sorte qu'il est encore difficile actuellement de préciser la faune particulière de l'un ou l'autre grès. Presque toutes les localités fossilifères citées avec précision appartiennent cependant au Grès supérieur.

Personnellement j'ai recueilli dans le Grès inférieur des *Cruziana* (Bilobites), des *Tigillites* et quelques rares *Lamelli-branches*, en particulier au puits du Claray en Teillay et au puits de l'Odion au Nord de Villepot ; enfin c'est à ce niveau que l'on trouve quelquefois abondamment *Dinobolus Brimonti* ROU. sp., dans la carrière Perdriel au Nord de la halte de Laillé ; la même espèce se trouve, au même niveau, au Moulin des Landes (Sud de Renazé).

On trouve dans ces grès plusieurs niveaux de minerai de fer.

Couche T. — On a d'abord, en partant du toit, un premier niveau que j'appellerai couche T (couche du toit) ; il est situé à quelques mètres, 5 à 10, au-dessous des schistes intermédiaires ; les bancs qui l'en séparent sont en général quartziteux et souvent de couleur assez foncée, bleuâtre ou verdâtre.

Cette couche est formée en général d'une succession de bancs minéralisés de composition et de texture différentes pouvant atteindre 3 à 5 m. de puissance mais ayant souvent moins.

On a ordinairement au toit, d'après les constatations faites jusqu'ici, un ou deux bancs richement minéralisés et relativement peu siliceux formant un ensemble de 1 m. à 1 m. 50 de minerai riche ; au-dessous il y a des intercalations de bancs alternativement riches et pauvres en fer ou même stériles. Ces intercalations peuvent être formées par des bancs variant de 0 m. 15 à 0 m. 60

de puissance ou par des bancs moins épais donnant une roche rubannée ayant l'aspect non pas d'un dépôt de substitution mais d'un dépôt sédimentaire typique, présentant même quelquefois la structure entrecroisée de la stratification par courants rapides. Les deux bancs riches du toit paraissent être constants et réguliers.

Certains bancs sont peu agglomérés et tendres, d'autres sont compacts ; quelquefois les bancs stériles intercalés ou voisins sont constitués par une matière blanche pulvérulente ayant l'aspect de l'argile, mais constituée cependant presque uniquement par de la silice très fine.

Cette disposition et cette consistance de la zone minéralisée sont très défavorables au carottage dans les sondages et souvent on ne retire que des fragments des bancs durs et pauvres.

Le minerai, au-dessous de la zone d'altération hydrostatique, est du fer carbonaté noir ou gris, généralement compact, rarement à apparence cristalline, de la magnétite et de l'oligiste. D'une façon générale la magnétite et l'oligiste dominent vers l'Est, le fer carbonaté vers l'Ouest ; on a souvent du reste un mélange de ces minerais en proportions variables.

La formation originelle paraît avoir été du fer carbonaté qui s'est transformé plus ou moins complètement en certains points en oligiste et en magnétite, sous l'influence d'actions métamorphiques diverses ; l'aspect spathique d'une partie du fer carbonaté en certaines localités rares, comme dans la forêt de Lourzais, est dû à un commencement de métamorphisme. Avec le minerai on trouve en petite quantité une chlorite verte : la bavalite.

En dehors de ces transformations du fer carbonaté primitif et de la présence de la bavalite il n'y a, ni dans le minerai, ni dans la roche encaissante aucune trace de métamorphisme.

A l'Est, la zone d'altération est peu profonde et, le plus souvent, la couche affleure à l'état de magnétite ou d'oligiste ; à mesure que l'on s'avance vers l'Ouest la profondeur de la zone augmente et, à l'Ouest de Châteaubriant, elle peut atteindre une centaine de mètres. Ce phénomène est peut-être en rapport avec la prédominance du fer carbonaté à l'Ouest, peut-être aussi avec la présence de lacs qui, comme on le verra plus loin, ont occupé cette région à une époque relativement récente.

Dans la zone d'altération hydrostatique le minerai se présente en général sous la forme d'une belle hématite rouge compacte ou d'hématite tendre gris-violacé, de nuance assez variable, à cassure grenue, à structure finement piquetée et à rayure rouge.

Les grès minéralisés du mur (et quelquefois du toit) sont en général fortement et irrégulièrement rubéfiés par suite de la pénétration dans le stérile de l'oxyde de fer provenant de l'altération des bandes minéralisées.

En certains endroits, surtout à peu de distance de la surface, la couche est transformée en une masse boueuse, sans consistance, rouge, brune ou violacée, contenant des parties concrétionnées, quelquefois géodiques, d'hématite brune ou rouge.

En surface, les minerais d'affleurement conservent souvent la texture du minerai de la zone d'altération hydrostatique, ils peuvent aussi la perdre et se transformer en hématite brune concrétionnée ou compacte.

En quelques endroits, mais toujours au Sud et à l'Ouest de Châteaubriant, il s'est produit une altération beaucoup plus intense de l'affleurement de la couche T ; il y a eu remaniement chimique et mécanique et elle est transformée en hématite brune et en limonite ; elle conserve la disposition en bancs ou elle prend la forme de rognons plus ou moins gros ; en même temps l'oxyde de fer hydraté est venu imprégner tous les bancs voisins, augmentant ainsi d'une manière considérable la puissance apparente de la couche ; le minerai prend alors une structure spéciale appartenant au type dit : *minerai de minière* et ne rappelle en rien le minerai primitif. Le déversement et les éboulis de l'affleurement débordent vers l'aval-pendage et s'étendent plus ou moins loin jusque sur les schistes intermédiaires.

La couche T paraît être constante et continue mais elle peut être plus ou moins puissante, plus ou moins riche et plus ou moins compacte ; la description précédente s'applique à son état moyen.

Couche M. — Au mur de la couche T, à une distance de 40 à 50 m. existe une seconde couche que j'appellerai M (mur). Elle est séparée de la première par des grès ne contenant en général que peu ou point d'intercalations schisteuses.

La description de la couche T (minerai de profondeur, minerai de la zone hydrostatique, affleurement) peut s'appliquer à la couche M avec les modifications suivantes :

Elle est en général plus épaisse et plus compacte. On peut y distinguer 3 ou 4 bancs puissants et riches, en général séparés par des intercalations stériles ou pauvres de faible importance. Le tout peut atteindre 4 à 5 m. de puissance. En quelques endroits cependant, assez rares il est vrai, les intercalations stériles ou pauvres prennent une importance plus grande et les bancs de minerai perdent en même temps de leur puissance.

Cette couche paraît être plus riche, plus puissante et moins variable que la première.

Couches M_2 et M_3 . — A une centaine de mètres au moins, au mur de la couche M, existe quelquefois, surtout à l'Est de Chateaubriant, une nouvelle couche que j'appellerai M_2 ; participant aux caractères généraux des précédentes, elle paraît être quelquefois digne d'intérêt, mais souvent elle est plus irrégulière et plus siliceuse, de plus elle n'existe pas partout.

A une distance du mur non encore précisée se trouve en quelques endroits une autre couche M_3 paraissant être siliceuse et plus irrégulière encore.

Il est juste de dire que les couches M_2 et M_3 ont été peu étudiées de sorte que l'appréciation de leur valeur ne repose pas encore sur des données assez nombreuses et assez précises.

2° *Schistes intermédiaires.* — Schistes noir bleuâtre, argileux, souvent micacés, feuilletés, ressemblant aux Schistes à Calymmènes, mais contenant des intercalations de bancs gréseux, variables comme nombre et comme puissance. Ces intercalations sont surtout nombreuses vers la base, si bien que dans certaines localités on pourrait même distinguer deux niveaux lithologiques : à la base schistes et grès intercalés, au sommet schistes.

Leur puissance moyenne est de 100 à 120 m., mais elle paraît variable; elle est du reste souvent difficile à évaluer avec précision.

Par altération de surface, ils sont en général décolorés et rubéfiés, plus que les Schistes à Calymmènes, c'est-à-dire que l'ensemble des Schistes à Calymmènes, car les premiers mètres de ce dernier niveau présentent souvent le même caractère.

Les schistes intermédiaires ont souvent passé inaperçu; ils ont été souvent confondus avec les Schistes à Calymmènes et leur situation entre deux horizons gréseux non encore distingués a pu faire croire à la présence d'ondulations synclinales alors qu'il s'agissait en réalité d'une succession directe et régulière; c'était la première hypothèse qui venait à l'esprit dans l'étude préliminaire du terrain.

La succession que j'ai donnée plus haut a été reconnue partout : à Villepot, à Soudan, à Ruffigné, à Rougé, à Teillay, à Ercé-en-Lamée, à Bain-de-Bretagne, à Saint-Sulpice-des-Landes, à Sion, à la Dominelais, à Bourg-des-Comptes, à Laillé, à Guichen, etc.

Jusqu'à présent je n'ai trouvé aucun fossile à ce niveau dans la région de Chateaubriant; dans la vallée de la Vilaine, entre Bourg-des-Comptes et la station de Laillé, on a trouvé une *Lingula Lesueuri* Rou.

Topographiquement les schistes intermédiaires occupent une dépression entre les crêtes de grès qui les bordent ; elle est quelquefois très profonde, par exemple à Teillay et à Ercé-en-Lamée ; elle n'est parfois que légèrement indiquée par exemple à Ruffigné ; rarement elle manque complètement.

En certains endroits les éboulis des grès supérieurs et ceux des grès inférieurs les masquent en tout ou en partie.

3° *Grès armoricains supérieurs*. — Grès blancs, en bancs bien lités, mais souvent en plaquettes et contenant de nombreux lits, quartzo-micacés minces (psammites). Ils ne sont cependant pas toujours faciles à distinguer par leur faciès du Grès inférieur, car celui-ci contient aussi quelquefois quelques bancs psammitiques. D'une façon générale ils sont plus micacés, plus argileux, en bancs moins épais et ils ont un grain plus fin, mais ils contiennent aussi des bancs quartziteux. En résumé le faciès psammitique domine dans les grès supérieurs, tandis que c'est le faciès gréseux franc ou quartziteux dans les grès inférieurs.

Comme les grès inférieurs ils occupent un relief accentué, excepté vers l'Est où ils diminuent considérablement de puissance et de dureté.

Leur épaisseur moyenne est d'environ 150 m., mais elle est variable.

Ils contiennent, comme les autres, des *Cruziana* (*Bilobites*) : Ruffigné, Saint-Sulpice, etc., des *Tigillites* ; certains bancs sont farcis de *Vexillum Halli* ROU. dirigés normalement aux bancs.

Comme je l'ai dit plus haut, il est encore difficile de préciser leur faune particulière parce que les fossiles des grès ont été recueillis sans faire de distinction entre les deux niveaux, mais il est intéressant de noter que presque toutes les localités fossilifères classiques du Grès armoricain appartiennent à cet horizon : Malroche, Butte des Ridais, Ruffigné, Sion, etc.

J'y ai recueilli :

Ogygia armoricana TROM. LEB., Sion.

Myocaris lutraria SALTER, La Chapelle-en-Teillay.

Lingula Lesueuri ROU., Ruffigné, Noyal-sur-Brutz, Saint-Sulpice.

Actinodonta, Saint-Sulpice, La Chapelle-en-Teillay.

Ctenodonta, Saint-Sulpice, La Chapelle-en-Teillay

et quelques autres Lamellibranches.

Il faut y ajouter les fossiles signalés dans les localités classiques énumérées plus haut ¹. Il est donc relativement très fossilifère.

1. CH. BARNOIS. Mémoire sur la faune du Grès armoricain. *Annales Soc. géol. Nord*, t. XIX, 1891, p. 134.

On trouve souvent vers la partie supérieure (à 30 m. des Schistes à Calymmènes au sondage des Sept-Vents à Ruffigné) un ou plusieurs lits pétris de coquilles de Lamellibranches en général brisées et de *Lingula Lesueuri* ROU. et contenant des petits fragments de schistes noirs et micacés.

Je crois devoir encore rapporter ce grès à l'Ordovicien inférieur parce qu'il contient les mêmes Bilobites et Tigillites que le grès inférieur et surtout parce qu'on trouve au-dessus, à la base des Schistes à *Calymmene Tristani* BR. qui le surmontent, le niveau à *Didymograptus Murchisoni* BECK qui caractérise d'une façon générale la base de l'Ordovicien moyen.

Il est absolument différent du Grès des Moitiers d'Allonne (Manche) qui représente un faciès gréseux de la base de l'Ordovicien moyen et contient :

Calymmene Tristani BR.; *Homalonotus Vieillardii* TROM.; *Didymograptus amplus* ELLES et WOOD.

Pour éviter toute confusion avec le Grès inférieur ou Grès armoricain proprement dit et un autre grès qu'on trouve plus haut dans l'Ordovicien, on pourrait le désigner sous le nom de Grès à *Ogygia armoricana* TROM. LEB.

Il contient aussi des couches de minerai de fer, surtout à l'Ouest de Châteaubriant, car du côté de l'Est il ne paraît pas contenir de niveau ferrugineux intéressant ; ces couches paraissent irrégulières, discontinues et ne pas occuper d'horizon bien défini ; je les désignerai par la lettre S (supérieures) pour les distinguer des autres.

Elles sont en vérité peu connues et nulle part les travaux de profondeur ne les ont atteintes ; elles ne se trouvent pas, en tous cas, près du contact des Schistes à Calymmènes, comme on l'a écrit si souvent et où on les a vainement cherchées en plusieurs endroits. Leur existence est démontrée aux affleurements en plusieurs localités : Teillay, Rougé, Saint-Aubin-des-Châteaux, la Dominelais, etc.

Chose remarquable presque toutes les formations ferrugineuses exploitées en mines et qui sont constituées par des remaniements mécaniques et chimiques de l'oxyde de fer, provenant des couches de minerai paléozoïque, effectués vraisemblablement à la fin du Tertiaire ou du Pleistocène sous l'eau, sont situées sur le Grès à *Ogygia* : Rougé, Teillay, Sion, Saint-Sulpice-des-Landes (en partie), Pléchâtel, etc., d'où elles débordent sur les Schistes à Calymmènes.

L'étude des relations de ces dépôts avec les couches, comme

celle des couches elles-mêmes, n'est pas encore très avancée, mais il semble bien que le dépôt remanié a pu se produire jusqu'à une grande distance de l'affleurement ancien, perdre quelquefois toute continuité avec lui et acquérir en certains endroits, comme à Rougé par exemple, une puissance hors de proportion avec celle de la couche elle-même. Il est vraisemblable du reste que les produits de l'altération des couches T et M ont pu venir se réunir à ceux des couches S pour constituer les *gisements de minière*.

Souvent, au-dessous de ces dépôts, l'oxyde de fer en provenant a imprégné les délités schisteux ou gréseux situés au-dessous et certains bancs plus perméables, au point de former *per descensum* des bancs d'hématite brune plus ou moins siliceuse, simulant des couches régulièrement interstratifiées, mais s'arrêtant tous, à des profondeurs variables, à quelques mètres de la surface. De pareilles formations ont été quelquefois exploitées en minières et ont pu être prises à tort, à cause de leur apparence interstratifiée et de leur pendage accusé, pour des têtes de couches anciennes.



FIG. 2. — FORMATIONS *per descensum* AU-DESSOUS D'UN DÉPÔT DE MINIÈRE.

1, Terre végétale et glaises superficielles ; 2, Dépôt ferrugineux de remaniement (minière) ; 3, Terrains anciens altérés avec formations ferrugineuses *per descensum*.

Ordovicien moyen. — L'Ordovicien moyen de la région a un faciès complètement argileux et succède assez nettement au Grès à *Ogygia*, bien qu'à la base on constate souvent la présence de quelques petites intercalations gréseuses dans les schistes.

Ce sont des schistes noir-bleuâtre, argileux, plus ou moins micacés, bien feuilletés et souvent ardoisiers.

Par altération superficielle ils donnent des plaques schisteuses très argileuses, quelquefois esquilleuses, en partie décolorées et des argiles gris-bleuâtre, blanches ou ocreuses ; les bancs les plus inférieurs sont souvent un peu rosés et rubéfiés en surface.

L'Ordovicien moyen occupe presque toujours des dépressions topographiques importantes, contrastant avec les crêtes gréseuses voisines.

Presque généralement les schistes montrent un pendage beaucoup plus raide que les grès qui les supportent, ils sont

souvent verticaux et même quelquefois légèrement inversés. La généralité de cette allure avait fait supposer qu'ils occupaient des fosses profondes entre des plateaux anticlinaux de Grès armoricain ; mais les travaux de profondeur n'ont pas confirmé cette hypothèse. En profondeur ils prennent peu à peu le même pendage que les grès ou même un pendage inférieur. Les pendages raides observés sont dus à des tassements dans les axes des synclinaux avec déversements superficiels sur les flancs ; les déversements dans le sens de la déclivité sont du reste la règle sur les flancs des collines de la région et ils atteignent souvent une grande ampleur.

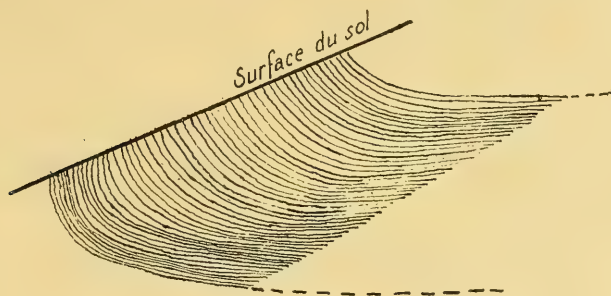


FIG. 3. — DÉVERSEMENT DANS LES SCHISTES A CALYMNÈNES.

Il n'en est pas de même pour la région orientale de l'anticlinal de Bain où les pendages raides sont dus à des compressions énergiques ayant rapproché les flancs des synclinaux en donnant lieu quelquefois à des glissements le long de failles longitudinales.

La faune des Schistes à Calymmènes comprend de nombreux genres et espèces de Trilobites, de Lamellibranches, etc., et la liste en est longue¹, mais à part quelques localités privilégiées, les fossiles sont peu abondants dans la région.

Les plus communs sont :

Calymmene Tristani Br.

Ctenodonta variées, etc.

Calymmene Aragoi Rou.

Redonia Duvali Rou.

A la base on trouve quelques fossiles spéciaux, tels que :

Didymograptus Murchisoni Beck: *Orthis Ribeiroi* Sh., etc.

1. Cf. DE TROMELIN et LEBESCONTE, 1875. Essai d'un catalogue raisonné des fossiles siluriens des départements de Maine-et-Loire, Loire-Infér., etc. A. F. A. S., p. 601.

L. BUREAU, 1898. Notice sur la Géologie de la Loire-Inférieure (in *Nantes et la Loire-Inférieure*, t. III).

en particulier à Erbray, Saint-Aubin-des-Châteaux, Sion, la Dominelais, Soudan, Saint-Senoux, Bourg-des-Comptes, etc.

Ordovicien supérieur. — Il comprend deux niveaux : à la base un niveau gréseux généralement peu épais, formé de grès tendres, micacés, argileux, avec quelques rares bancs quartziteux, dits : *Grès du Châtellier* (localité entre Poligné et Bain-de-Bretagne). Ce niveau a souvent été confondu, surtout sur la Carte géologique de Château-Gontier avec le grès gothlandien.

On y trouve à Saint-Senoux : *Orthis Berthoisi* ROU. et des plaques de *Cystidées*¹ ; à Thourie : *Dalmanites incertus* DESL. sp.² ; il forme un certain relief topographique.

Au-dessus viennent des schistes argileux noir-bleuâtre, feuilletés et ardoisiers, de puissance variable mais moins grande que celle des Schistes à Calymmènes ; ils représentent un faciès plus profond que ceux-ci et contiennent :

Trinucleus Seunesi KERF.

Trinucleus Pongerardi ROU.

Acidaspis Buchi BARR.

Calymmene Aragoi ROU. (de grande taille).

Pharostoma pulchra BARR.

Dalmanites socialis BARR. (type).

Dalmanites incertus DESL. sp.

Pleurotomaria Bussacensis SH., etc.

Les fossiles sont rares et le niveau n'a pas toujours pu être distingué sur la carte.

Il occupe des vallées.

Gothlandien. — Il est constitué à la base par des grès blancs (par décoloration superficielle car ils sont de couleur sombre en profondeur) à grain très fin, à cassure finement saccharoïde, contenant irrégulièrement des bancs lenticulaires d'ampélites ayant la faune du Gothlandien inférieur ; on y trouve à Poligné :

Monograptus lobiferus M'COY.

Diplograptus palmeus BARR.

Cephalograptus folium HIS.

Rastrites Linnæi BARR. etc.

Ils occupent souvent, surtout du côté de la vallée de la Vilaine, un relief très élevé, même supérieur à celui du grès armoricain ; de Tromelin leur avait donné pour cette raison le nom de *Grès culminant*.

Au-dessus viennent des schistes argileux, finement feuilletés, en général très décomposés en surface et tombant en paillettes schisteuses.

1. F. KERFORNE. L'Ordovicien au Sud de Rennes. *Bull. Soc. scient. et méd. Ouest*, 7 juillet 1899.

2. Fide DE TROMELIN et LÉBESCONTE.

Ils contiennent à la base des bancs ampéliteux à *Monograptus priodon* BR. et au sommet des nodules siliceux ou calcaires avec *Monograptus colonus* BARR., *Cardiola interrupta* Sow., des *Orthoceras*, en un mot la faune du Gothlandien supérieur.

Les affleurements occupent en général des vallées et constituent la partie axiale des synclinaux; ils sont souvent discontinus parce que les grès ont seuls résisté quelquefois à l'érosion.

Dans les schistes on trouve un niveau ferrugineux qui paraît être peu important dans la région étudiée, mais qui prend un développement considérable au-delà de sa limite méridionale.

Terrains postpaléozoïques. — La région a été émergée pendant toute la période secondaire et la première moitié de la période tertiaire; il faut aller jusque dans la vallée de la Vilaine pour trouver des dépôts oligocènes et loin vers le Sud pour trouver des terrains éocènes.

Au Vindobonien seulement la transgression marine qui venait de la Manche par-dessus la Bretagne orientale et s'avancait jusqu'à Blois, l'a recouverte. Quelques témoins isolés des dépôts formés à cette époque ont seuls résisté aux grandes érosions du Pliocène et du Pléistocène; ce sont des faluns, par exemple à Noyal-sur-Brutz, à Chazé-Henry, à Erbray, etc. Leur faune, bien connue, est riche et contient surtout des *Bryozoaires*, des Echinides (*Scutella*, *Echinolampas*, *Euspatagus*, etc.), des Lamellibranches (*Pecten*, etc.), des restes de Vertébrés (*Squales*, *Halitherium*, *Mastodon*, etc.).

Ils n'ont aucune relation avec les minerais de fer de la région.

Postérieurement elle a encore été recouverte par la mer redonienne (Miocène supérieur) qui a laissé en de nombreux points, Ercé-en-Lamée par exemple, des dépôts sableux, fins, rubéfiés en surface, jaunâtres ou blancs en profondeur et dont les fossiles ont presque toujours disparu par décalcification. Ces sables ont été souvent rapportés au Pliocène, mais d'après la faune trouvée dans la forêt de Gâvre (M. Davy) et à Apigné, dans les environs de Rennes, ils sont d'âge redonien (G. Dollfus)¹.

Ils paraissent être complètement indépendants des minerais de fer de la région.

Enfin, à une époque difficile à préciser, puisqu'on n'y a pas encore trouvé de fossiles, mais plus récente que les précédentes, on trouve en de nombreuses localités, à l'Ouest et au Sud de Châteaubriant, des dépôts superficiels formés de sables rouges

1. D'après M. HAUG (Traité de Géologie, p. 1615) le Redonien semble être l'équivalent du Sahélien.

grossiers et argileux, de glaises sableuses plus ou moins rubéfiées et d'argiles blanches, peu consistantes ; ils contiennent des parties agglomérées, dures, connues sous le nom de *salards* : tantôt ce sont des sables grossiers agglomérés par un ciment ferrugineux très rouge et très consistant, tantôt ce sont d'énormes concrétions silico-argileuses à structure grossièrement pisolitique et plus ou moins imprégnées d'oxyde de fer suivant les points où on les rencontre.

Les salards, qu'ils soient gréseux ou concrétionnés, se présentent généralement à la surface du sol sous forme de gros blocs épars çà et là et ils sont disséminés sur de grandes étendues. Il ne semble pas qu'il s'agisse d'une formation homogène primitivement continue sur de grandes surfaces, mais plutôt d'une formation dont les éléments résistants auraient été dégagés par le jeu de l'érosion agissant sur les parties non ou faiblement agglomérées.

Au Sud de Châteaubriant, près de la Hutte, une exploitation d'argile blanche rencontre de temps en temps des blocs concrétionnés inclus dans les argiles et il semble bien qu'ils soient là *in situ*.

Ces roches : sables plus ou moins grossiers, agglomérées ou non, glaises sableuses, argiles blanches, concrétions siliceuses, paraissent appartenir à un même dépôt effectué dans des lacs au centre desquels se seraient décantées les argiles.

Elles sont très souvent en relations avec des minerais de fer et beaucoup de dépôts ferrugineux, *dits de minières*, paraissent représenter un faciès de cette formation au voisinage d'un affleurement de couche ancienne ou quelquefois sur l'affleurement lui-même.

Les dépôts de minière paraissent être en effet tantôt un déversement sur la pente en contre-bas d'un affleurement ancien, mais avec des remaniements chimiques et mécaniques qui ont dû s'effectuer sous l'eau, car on y voit souvent une véritable stratification ; tantôt une formation secondaire s'étendant très loin de l'affleurement et même ayant perdu actuellement toute connexion apparente avec lui.

Ils reposent souvent sur une couche d'argile plus ou moins épaisse qui est en certains endroits un dépôt de transport ; en d'autres, le produit de l'altération profonde des couches anciennes sous-jacentes, effectué sur place. Celles-ci sont très profondément altérées partout où a existé la formation complexe dont il s'agit, excepté naturellement dans les endroits où une érosion subséquente l'a enlevée et a raboté ensuite les parties supérieures altérées des terrains anciens.

Ils viennent mourir en biseau dans le sens de la déclivité du sol et se continuent souvent par des glaises et des argiles. Les parties supérieures sont souvent formées de rognons d'hématite brune concrétionnée, inclus dans des glaises grossières et on constate en de nombreux endroits des passages graduels avec les véritables salards soit sous la forme agglomérée (salards sableux) soit sous la forme concrétionnée.

Ces minerais de fer remaniés acquièrent souvent une épaisseur considérable (une quinzaine de mètres à Rougé) bien supérieure à celle des couches anciennes dont ils proviennent secondairement.

Les affleurements anciens doivent en général être cherchés en amont de ces dépôts.

Les salards concrétionnés ont la même structure et sans doute la même origine et le même âge que la roche dite : *Poudingue de Rennes*.

Salards sableux et salards concrétionnés ressemblent beaucoup à des formations de la Bretagne occidentale dans lesquelles M. du Laurens a trouvé récemment une flore très intéressante, mais dont l'âge n'est pas encore suffisamment établi.

Les localités où ces formations sont les plus développées sont : Teillay, Rougé, Ruffigné, Saint-Aubin-des-Châteaux, Sud de Châteaubriant, la Dominelais, Saint-Sulpice-des-Landes, le Grand-Fougeray, Sainte-Anne-sur-Vilaine, Sion. La proportion des salards concrétionnés augmente considérablement vers le Sud.

Elles ne s'étendent pas en général sur les Grès armoricains inférieurs, surtout vers le Nord ; ils formaient sans doute les rives des lacs où elles se déposaient.

TECTONIQUE

La tectonique générale est simple. La région fait partie de la bordure orientale du *bouclier breton* de la forêt de Paimpont¹ et elle a été plissée au moment des mouvements hercyniens.

Elle est constituée schématiquement par deux anticlinaux, celui de Bain et celui de Châteaubriant, séparés par le synclinal médian de la forêt de Teillay ; elle est bordée au Nord par le synclinal de Poligné, au Sud par celui de Langon-Erbray.

Anticlinal de Bain. — On peut le considérer comme constitué

1. F. KERFORNE, Sur les mouvements préhercyniens du Massif breton. C. R. Ac. Sc., 21 février 1910.

par l'Ordovicien inférieur et le border au Nord et au Sud par les Schistes à Calymmènes qui remplissent les synclinaux.

Je vais l'étudier en allant de l'Ouest à l'Est.

Il laisse affleurer sur la ligne médiane, sous sa voûte abrasée, les terrains algonkien et cambrien à l'Ouest jusqu'à Bain et à l'Est vers Saint-Erblon, tandis que la partie intermédiaire n'est occupée que par le Grès armoricain.

Dans la vallée de la Vilaine, les Schistes à Calymmènes de bordure sont distants de 16 km. ; vers Teillay ils ne sont plus séparés que par 2 km. de grès, et, au Nord-Est de Teillay, les Grès armoricains inférieurs sont même recouverts par les Schistes intermédiaires ; à partir de la forêt d'Araize, sa largeur augmente progressivement vers l'Est et atteint 3 km. environ au Nord de Pouancé.

Il a la forme générale de deux V affrontés par les pointes, celui de l'Ouest étant beaucoup plus ouvert que celui de l'Est.

La ligne axiale présente donc une aire de surélévation accentuée vers l'Ouest, une aire d'ennoyage médiane dont le point le plus profond est près de Teillay et une nouvelle aire de surélévation qui commence à se dessiner vers l'Est.

Sa direction générale est sensiblement rectiligne et voisine de N. 115°E.

Il est découpé par de nombreuses failles d'importance inégale, bien qu'il n'y en ait aucune marquée sur la Carte géologique.

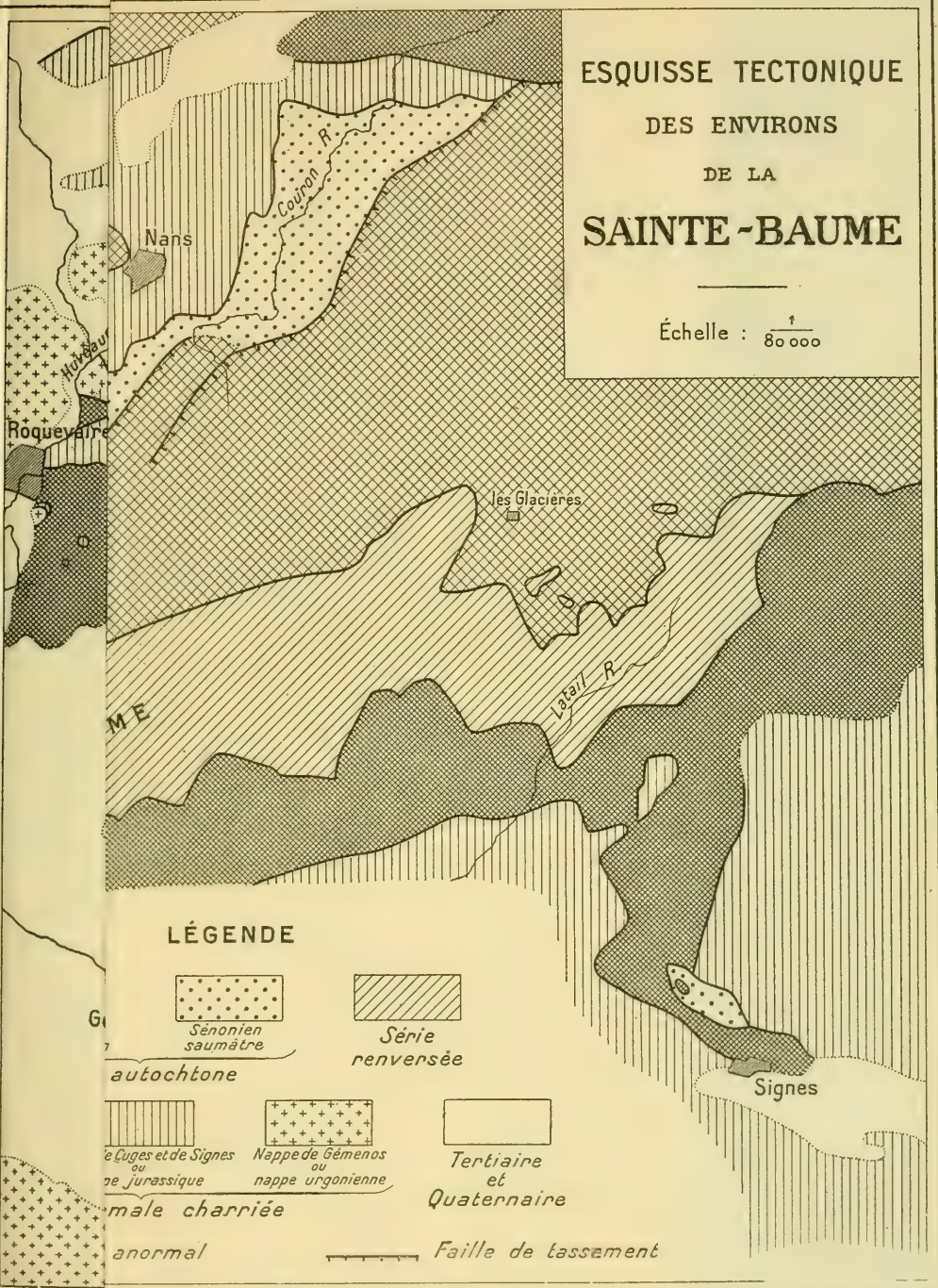
Le flanc nord (Grès armoricains) presque aussitôt après avoir traversé la Vilaine, décrit entre Pléchâtel et Bain, un fort pli en S qui le ramène brusquement vers le Sud, puis il se dirige presque N.W.-S.E. jusqu'à Teillay, point maximum de l'ennoyage, pour prendre ensuite la direction axiale générale jusqu'au delà de la forêt d'Araize et se diriger ensuite presque E.-W.

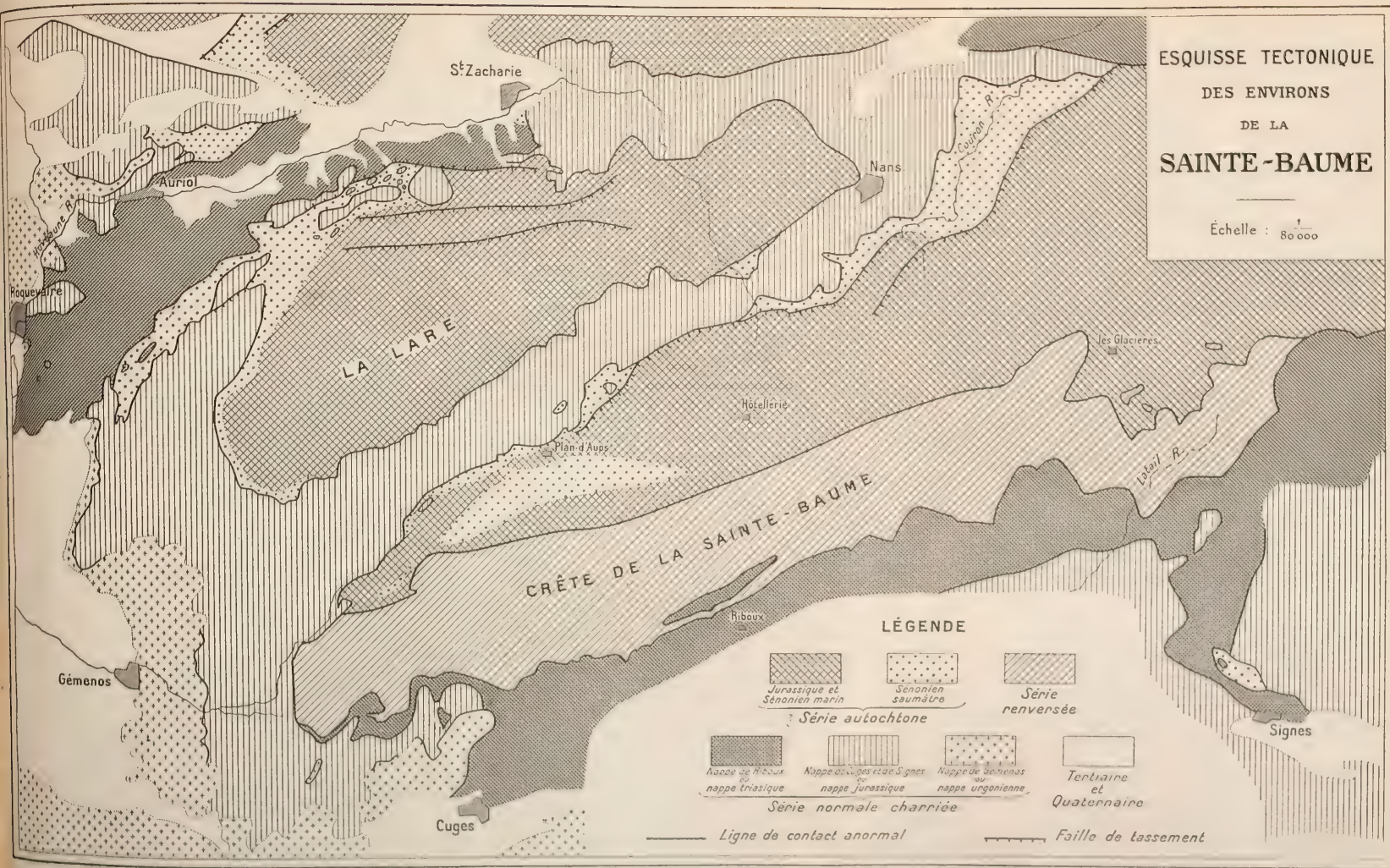
Le flanc sud est d'abord dirigé E.-W. depuis la vallée de la Vilaine jusqu'au Nourais, à l'W. de la Dominelais, et sur ce parcours il présente une ondulation synclinale secondaire, nettement caractérisée dans la tranchée du chemin de fer de Rennes à Redon, près Le Châtelier, mais dont le bord nord semble, plus à l'Est, avoir été abrasé.

Au Nourais, une faille dirigée N. 159° E. rejette le grès de 1500 m. vers le Nord, puis il se dirige de nouveau sensiblement E.-W. jusqu'à la Pinelais, au N. de Saint-Sulpice-des-Landes ; là il change brusquement de direction et se dirige vers le Nord-Est ; l'inflexion est accompagnée d'ondulations secondaires compliquées et sans doute de failles ; il reprend ensuite, après une faille suivant la vallée du ruisseau de Cropé, la direction du début

ESQUISSE TECTONIQUE
DES ENVIRONS
DE LA
SAINTÉ-BAUME

Échelle : $\frac{1}{80\,000}$





AVIS

Le **Compte Rendu des Séances** n'est pas réimprimé dans le **Bulletin** proprement dit.

Le **Compte Rendu sommaire des Séances** comprend les présentations d'ouvrages, analyses, résumés très courts et observations aux diverses communications, faits en séance ou adressés par la poste.

Le **Bulletin** ne renferme que les notes et mémoires détaillés, présentés en séance.

En conséquence les **Cahiers des Comptes Rendus sommaires des séances** doivent être conservés. Ils peuvent être, en fin d'année, reliés à part ou avec les fascicules du **Bulletin**. Des tables sont fournies à cet effet.

Les comptes rendus sommaires paraissent, en général, dans les quinze jours qui suivent la séance.

Deux pages au maximum sont accordées aux *notes originales*.

Une *demi-page* (petit texte) est accordée aux *observations* ou *rectifications* à une communication quelconque.

Un tiers de page est accordé pour les *présentations d'ouvrages imprimés*.

Ces limites comprennent les titres et les notes infrapaginales.

La page est de 42 lignes d'environ 60 lettres chacune. Les intervalles entre les mots et les signes comptent comme une lettre.

Les auteurs doivent déposer, à l'issue de la séance, les notes manuscrites concernant leurs communications pour le compte rendu sommaire. Les membres qui ont pris part à des discussions verbales en cours de séance et qui désirent qu'il en soit fait mention sont invités à rédiger ces observations et à les remettre au secrétaire, autant que possible séance tenante.

Le Secrétariat ne garantit, dans aucun cas, la publication littéraire et *in extenso* des notes remises. Les auteurs peuvent indiquer les passages de leurs communications pouvant être supprimés sans inconvénient en cas de nécessité. *Il est toujours préférable de ne remettre que des résumés très concis.*

Les notes et mémoires étant mis en composition aussitôt leur dépôt, les auteurs ont donc tout intérêt à remettre leurs manuscrits complets au moment même où ils font leurs communications orales ou écrites. L'impression de tout manuscrit insuffisamment lisible ou incomplet est ajournée et le manuscrit renvoyé à son auteur.

	Pages
A. Chudeau. — Excursion géologique au Nord et à l'Est de Tombouctou (10 fig., suite et fin).....	96
Emile Haug. — La Tectonique du Massif de la Sainte-Baume (pl. II: 3 fig.).....	113
F. Kerforne. — Étude géologique de la région silurienne de Chateaubriant (Loire-Inférieure) (3 fig., à suivre).....	191

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

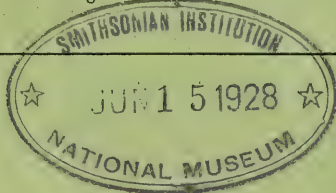
QUATRIÈME SÉRIE

TOME QUINZIÈME

FASCICULE 5-6

Feuilles 14-19

Avec 165 figures dans le texte.



PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1915

NOTA. — Ce fascicule renferme, en encartage, la carte en couleurs (planche I) qui devait accompagner la note du Général de Lamoignon, insérée dans le fascicule 4-2.

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation¹ et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

ART. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

ART. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1^{er} et le 3^e lundi du mois).

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

ART. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

ART. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

ART. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

ART. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

ART. 73. — *Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée; 2^o une cotisation annuelle².*

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

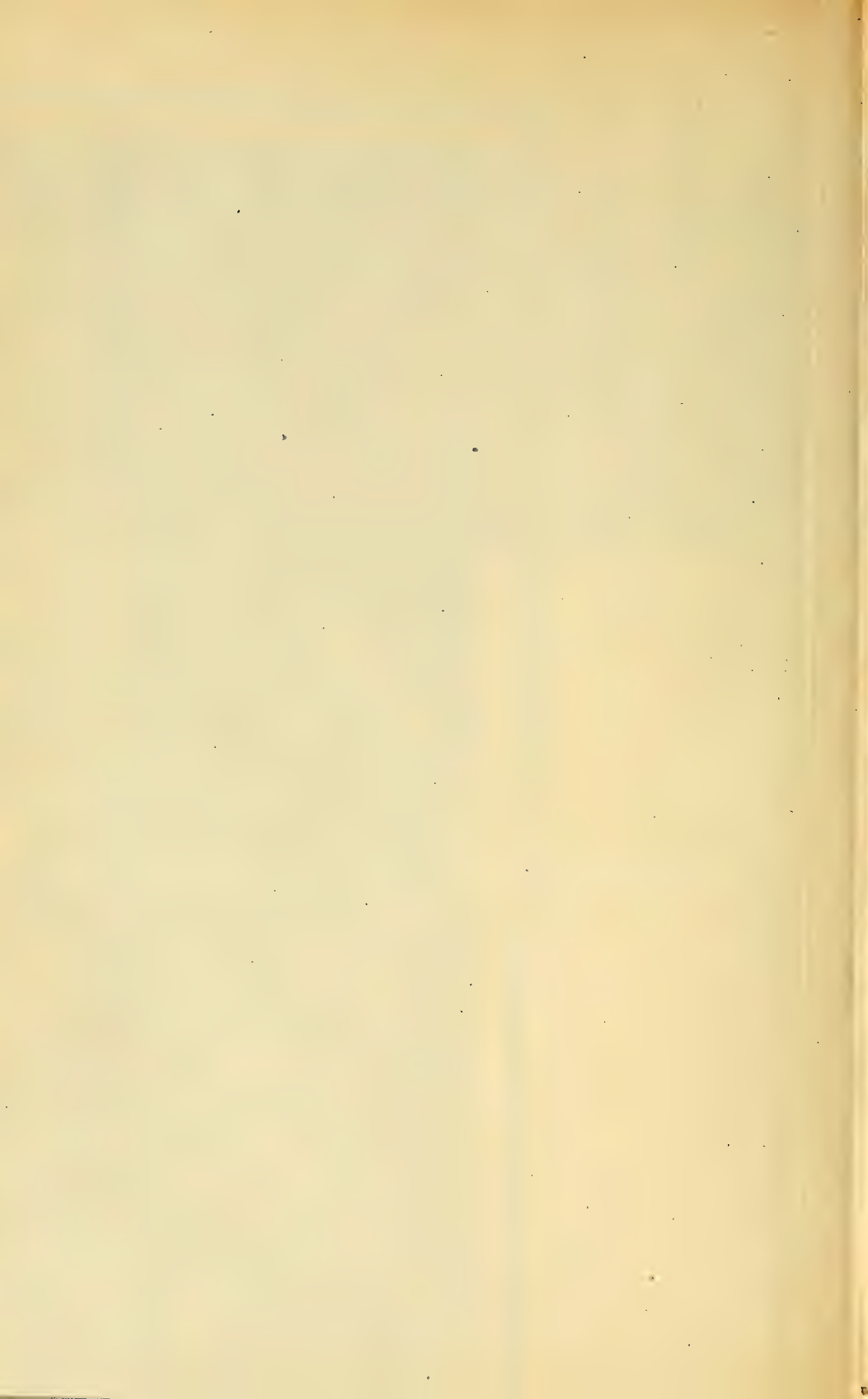
La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (400 francs).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : 1000 francs).

1. Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétaire, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent s'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin qu'à la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.





jusqu'à l'ennoyage de Teillay ; plus loin il prend définitivement la direction axiale générale vers l'Est.

En plus des failles déjà signalées, l'anticlinal est affecté à Rougé par une faille de direction analogue à celle du Nourais et suivant la vallée de la Brutz ; elle ramène l'anticlinal vers le Sud de 1 km. environ ; à 1200 m. à l'Est, une seconde faille parallèle accentue encore le rejet vers le Sud de près de 1 km.

A la Brosse, entre Noyal-sur-Brutz et Villepot, une nouvelle faille, celle-ci inverse, ramène l'anticlinal vers le Nord de 600 m. environ.

Telles sont les failles principales qui affectent cet anticlinal ; mais un très grand nombre de failles de moindre importance recoupent les grès avec des rejets de quelques dizaines de mètres ; la plupart sont directes, quelques-unes sont inverses. Elles ont souvent une direction voisine de celles des failles principales et presque toujours une petite vallée indique leur passage.

Le pendage général ne dépasse guère 45° jusqu'à la forêt d'Araize, mais au delà il s'accroît de plus en plus vers l'Est pour atteindre les fortes pentes de 70° et même 80° au Sud de Renazé, en même temps que des failles longitudinales découpent des compartiments qui ont joué les uns par rapport aux autres.

Anticlinal de Châteaubriant. — Comme le précédent on peut le considérer comme constitué par le Grès armoricain ; je vais l'étudier en le suivant vers l'Est depuis la vallée de la Vilaine.

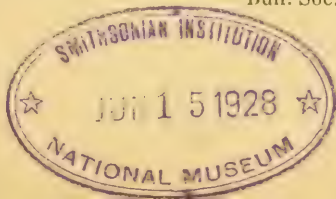
A l'inverse du précédent il est plus resserré du côté de l'Ouest et 2 km. 500 seulement séparent les Schistes à Calymmènes des deux flancs dans la vallée de la Vilaine ; il est plus ouvert du côté de l'Est et il y a 8 km. entre les mêmes schistes au Sud de Pouancé.

Ses deux extrémités constituent encore comme dans le précédent, des aires de surélévation et laissent apparaître sous la voûte abrasée, des terrains antérieurs : Algonkien et Cambrien. Il y a également une aire d'ennoyage médiane ; elle est située à l'Ouest de la forêt de Thiouzée ; son maximum est caractérisé par la disparition complète du Grès armoricain sous les Schistes à Calymmènes dans la vallée du ruisseau d'Aron ; la continuité des grès marquée sur la Carte géologique entre la Minière (Sud de la Dominelais) et Thiouzée n'existe pas en réalité.

On peut donc le diviser en deux parties : l'une s'étend de la vallée de la Vilaine à la vallée d'Aron, l'autre de la forêt de Thiouzée à la forêt de Juigné et chacune a une allure particulière.

La ligne axiale générale est dirigée environ N. 100° E.

La première partie se dirige presque E.-W. et se termine par



une ondulation synclinale médiane en s'ennoyant dans la vallée d'Aron, les deux flancs sont sensiblement symétriques et ne présentent rien de bien particulier.

La seconde partie est dirigée plus obliquement vers le S.E. et elle est complètement dissymétrique ; alors que le flanc nord a un pendage en général supérieur à 45° , le flanc sud est plat et s'étale largement en ondulant. Une de ces ondulations synclinales a une certaine importance ; elle est jalonnée par les Schistes intermédiaires (N. de Sion) et par des îlots de Grès armoricain au milieu du Cambrien à l'Est de Châteaubriant et dans la forêt de Juigné.

De nombreuses failles non marquées sur la Carte géologique recoupent les grès avec des rejets variables ; les unes sont dirigées dans le sens N.W.-S.E., les autres dans le sens N.E.-S.W., d'une façon générale elles sont plus éloignées de la ligne N.-S. que celles de l'anticlinal de Bain.

Les principales sont : faille du ruisseau de Méquinel près de Sion, rejet de 3 ou 400 m. ; — faille de l'Aubertais, au Sud de la forêt de Teillay, rejet de près de 2 km. ; — faille de la Ferrière, au Sud de Châteaubriant, rejet d'environ 600 m.

Synclinal de la forêt de Teillay. — A l'Ouest et à l'Est, c'est-à-dire dans la vallée de la Vilaine et à Pouancé, il a à peu près la même largeur : 1600 à 1800 m. ; dans la partie médiane il atteint une largeur de 4 km.

Il est occupé presque entièrement par les schistes de l'Ordovicien moyen et ceux de l'Ordovicien supérieur, mais ceux-ci n'ont jamais été distingués des premiers ; il est infiniment probable cependant que, comme dans les synclinaux du Nord et du Sud, quelques-unes des bandes gréseuses, qui sont marquées en Gothlandien sur la Carte géologique, appartiennent en réalité à l'Ordovicien (horizon des grès du Châtellier), et séparent les deux assises schisteuses.

Ces grès commencent à Saint-Sulpice-des-Landes et la Carte distingue : une bande à Saint-Sulpice, 3 bandes dans la forêt de Teillay, 2 bandes à Rougé jusqu'à Villepot, puis une bande qui s'étend de là presque jusqu'à Pouancé ; une de ces bandes au moins appartient réellement au Gothlandien, car près de Noyal-sur-Brutz et de Villepot on a trouvé les fossiles caractéristiques de cet étage.

La profondeur du synclinal, c'est-à-dire la distance à laquelle se trouve le Grès armoricain sous les schistes est difficile à préciser ; cependant on peut dire que dans les endroits où existe le

Gothlandien, elle n'est pas inférieure à 500 m. car c'est environ l'épaisseur moyenne des schistes ; quant aux couches de minerais T et M, elles seraient encore environ à 250 m. plus bas dans les Grès armoricains inférieurs. Là où le Gothlandien n'existe pas, la profondeur peut être moindre.

SUR LES POINTEMENTS DE GYPSE TRIASIQUE DE LA
COMMUNE D'ÉOULX (BASSES-ALPES)

PAR **Adrien Guébhard**¹.

La commune d'Éoulx (B.-A.), quoique presque toute crétacée et tertiaire, montre en divers points des apparitions de gypse triasique, dont l'étude en détail révèle des particularités intéressantes.

La plus importante se voit au-dessus du hameau de *Coste-Vieille*, où pointe une grosse masse bariolée, du type classique, recouverte au N., de l'W. à l'E., d'abord par le Turonien, dont les bancs siliceux forment, à une bonne cinquantaine de mètres *plus haut*, le sommet de la colline dite *Côte des Amandes*, puis par le Cénomanién supérieur et inférieur qui bordent le sentier se dirigeant vers Éoulx. Si l'on suit, sur le dos de la protubérance gypseuse, les zigzags descendant à Coste-vieille, on voit bientôt, en bordure et en couverture du gypse, du côté est, un petit lambeau de sables bigarrés du Turonien supérieur, et, plus bas, toute l'échelle descendante du Crétacé, tandis que, de l'autre côté, forme bordure une crête saillante, à fort plongement N.N.E., de calcaire blanc siliceux à *Planorbis pseudoammonius*, dont les bancs, arrivés de Châteauneuf, en alignement rectiligne de plus de 2 km. et en direction rigoureusement alpine, s'infléchissent un instant en encoche pénétrante dans la masse gypseuse avant de reprendre, verticaux, leur direction imperturbée jusqu'au village d'Éoulx. Si l'aspect spécialement trituré, malaxé de la roche tendre du gypse n'indiquait pas assez éloquemment sa nature intrusive, éjectée, toutes les circonstances locales en imposeraient la démonstration avec une évidence à laquelle ne saurait résister aucun parti-pris. Or, si l'on trace exactement sur la carte le contour de la tache triasique, on constate qu'interrompant en discordance les bandes régulières des strates entre lesquelles elle s'est épandue, elle a son centre exactement au croisement de deux axes, l'un syncli-

1. Note présentée à la séance du 6 décembre 1915.

nal pyrénéen, venu d'entre la Bâtie et le Mousteiret, où il sépare, au milieu du Crétacé inférieur, deux pointements très distincts de Tithonique, représentés comme unis sur la Feuille de Castellane, puis se retrouve très accentué dans le Crétacé du Sud du Bourguet; l'autre, anticlinal alpin, signalé au N.W., par deux petites apparitions nucléaires de Crétacé inférieur au N. de la *Côte des Amandes*, et au S., par un autre noyau barrémien plus important auquel s'appuie le hameau de Coste-Vieille, et qui, traversant le Jabron, montre sur son flanc S., en territoire de Châteauvieux, une autre bande gypseuse entourée (et orographiquement surmontée) par les strates crétaées entre lesquelles elle s'est fait jour¹.

Est-ce le hasard qui a placé ainsi au croisement d'axes de plissements nettement constatés, tout comme c'est le cas, dans les Alpes-Maritimes, pour certaines taches isolées de labradorite², le pointement du gypse de Coste-Vieille? Ou bien sera-t-il trouvé quelque explication tangentielle, ou aérolithique, ou métamorphique, à cette apparition éloignée de plusieurs kilomètres de tout Jurassique inférieur et formant si évidemment hernie au milieu de toute une diversité de niveaux plus récents? Le Jurassique le plus proche est celui qui, à l'E. d'Éoulx même, supportant la chapelle de N.-D. sur des strates fortement relevées de dolomie siliceuse liasique, montre en bas, près du village, les cargneules du Trias et, à peu de profondeur, le gypse. Ici l'apparition n'a rien que de normal, au pied d'une barre qu'on pourrait, à la rigueur, imaginer chevauchant sur le Cénomanien visible en contre-bas, si, derrière la chapelle de Saint-Antoine on ne voyait, en contre-haut du même Trias, et comme l'encapuchonnant tout un sommet arrondi de colline de Crétacé inférieur, recouvert lui-même, à l'E., en stratification concordante, par un Cénomanien dont la continuité stratigraphique ne saurait faire de doute, d'une part, avant les érosions tertiaires, avec celui du pseudo-substratum, d'autre part, aujourd'hui même, avec celui qui, contournant l'extrémité de Destourbes, va, toujours en stra-

1. Étant retourné récemment sur les lieux, il m'a fallu une recherche des plus minutieuses, malgré les indications précises de mes minutes de 1901, pour retrouver à ras de terre quelques traces de ce gypse, tant il est littéralement recouvert, en ce fond de ravin crétaé, dominé de 200 mètres par des crêtes turoniennes, loin de toute « nappe » jurassique quelconque, mais bien en prolongation de l'axe de discontinuité, dont j'ai trouvé encore un jalon nouveau, tout aussi dissimulé que celui-ci, à peine révélé par le mélange de quelques fragments de cargneules aux éboulis cénomaniens, à peu près sur la lettre *u* de l'inscription *Latinaou* de la Carte de l'État-Major.

2. A. GUÉBHARD. Liste récapitulative des taches labradoritiques à l'W. du Var, *B. S. G. F.*, (4), II, 1902, p. 900-907.

tification concordante et normale, recouvrir tout le versant N.E. de la montagne jurassique.

Au pied de la barre qui semble limiter orographiquement au S. la montagne de Destourbes, s'observe un avant-plateau s'abaissant de l'W. à l'E. par gradins constitués successivement par le Jurassique supérieur, le Jurassique moyen marno-calcaire et le Jurassique inférieur fossilifère, d'aspect schisteux, pseudo-crétacé, supporté lui-même par une petite barre de Lias siliceux dolomitique, avec apophyse descendante jusqu'au fond du vallon de Saint-Suaire. A l'extrémité de cette apophyse, qui forme, entre deux ravins, le quartier de *Claret*, s'aperçoit, au point de départ d'un petit canal d'irrigation, une bavure de marnes et gypses triasiques, juste au pied d'une falaise à pic d'une soixantaine de mètres de haut, pour le moins, formée par les bancs jaunes du Cénomanién supérieur et du Turonien siliceux qui, se continuant vers le Nord, y forment une colline au nom caractéristique du *Puy*, rivalisant de hauteur avec la partie supérieure de la barre liasique dont elle n'est séparée que par un peu de poudingue miocène (noté éocène inférieur sur la Feuille). Ce même poudingue bordant le pied de la barre liasique, en détache nettement l'apophyse, à demi submergée et transformée en île à sa partie terminale. N'empêche que, sur le papier, ce poudingue et le Crétacé qui le surplombe, ne soient prédestinés au rôle de *substratum*, la barre à celui de *nappe chevauchante* et l'apophyse détachée à celui de *paquet tombé*. Autant de mots, autant de contre-réalités. Partout le poudingue se montre comme ayant érodé, raviné tout le pourtour du plateau dit du *Teil*. Quant au gypse du bas, qu'aucun qualificatif ne saurait empêcher d'être comme enfoui sous son encadrement de Tertiaire détritique et de Crétacé abrupt, il a pour pendant, à une centaine de mètres plus haut, en altitude, au point même du détachement de l'apophyse, un autre pointement semblable, à demi recouvert par les gros éboulis du Lias sur le poudingue. Celui-là, du moins, situé au-dessus du poudingue, pourrait prêter à l'affirmation d'un « *chevauchement* », sans son évidente continuité stratigraphique avec celui d'en bas et avec un autre, situé encore bien plus haut, dont nous allons parler, et dont la subordination au Crétacé est si nette qu'elle ne saurait, pas plus que l'autre, prêter à équivoque.

Il s'agit d'un pointement situé à l'angle de raccordement du bas-plateau du *Teil* avec le pied de la barre de Destourbes, donnant origine au grand ravin N.-S., dit des Garonnes, affluent supérieur de rive droite de celui de Rayau. Des recherches de lignites y ont été pratiquées et c'est ce qui m'avait fait inscrire

sur ma carte de Castellane le signe $\mathcal{L}$, qui, vérification faite, doit être reporté à quelques millimètres en dehors du cadre. Ce qu'il y a de plus curieux dans ce pointement, c'est de voir, au haut d'une petite prairie, dans la fourche supérieure du ravin, saillir au bas d'une grosse pente de Crétacé supérieur (Cénomannien ou Turonien à *O. Columba maxima*), comme d'un toit une lucarne en demi-coupole, une petite voûte d'une dizaine de mètres à peine de corde et 4 ou 5 de flèche, de dolomies blanches triasiques à délit prismatique, absolument semblables à celles qui, plus au S., à Montferrat par exemple, constituent, sous le Lias, des masses imposantes, si bien recouvertes, ici, par le Crétacé que c'est au milieu de celui-ci qu'ont été creusées, peu au-dessus du contact discordant avec le poudingue miocène, les tranchées de recherches.

Ce Crétacé lui-même, par une large courbure périclinale, à peine démantelée, par places, par l'érosion torrentielle fin-miocène, se raccorde nettement d'une part avec celui qui forme tout le flanc sud des bassins de Rayau et de Saint-Suaire, de l'autre avec celui qui couronne régulièrement l'extrémité péri-anticlinale crétacée du massif pyrénéen de la montagne de Robion, pour venir buter contre la barre occidentale, de direction rigoureusement alpine, de la montagne de Destourbes. Or, au point même où cette barre s'infléchit vers l'E., soutenue, là, par de grandes poupées verticales de dolomie liasique siliceuse, on voit ce Crétacé, d'abord confiné au pied de la barre, s'élever peu à peu sur le flanc jusqu'à submerger presque complètement la dernière poupée, au devant de laquelle il forme une colline à dos arrondi, descendant au S. jusqu'au-dessus du plateau supérieur du Teil, et, à l'W., jusqu'au contact du soubassement fossilifère médio-jurassique de ce plateau. Si l'on cherche à délimiter à l'E. ce Crétacé, on le voit atteindre un ravin N.N.E., dit du *Fournas*, dont la rive gauche est formée par les calcaires schisteux du Bajocien, issus de la barre, par un genou anticlinal qui fait saillie à travers une interruption de la muraille liasique.

Impossible, une fois vu et délimité ce Crétacé, de le concevoir autrement que posé en languette sur la discontinuité locale qui sépare la haute barre de Destourbes du bas-plateau du Teil. Je dis « locale », car il ne faut pas aller bien loin à l'E. pour voir la discontinuité arrêtée, et la hernie bajocienne relier tectoniquement le plateau inférieur à la montagne supérieure.

Dès lors il devient presque oiseux de résoudre la question, qui m'a un moment fort préoccupé, de savoir si le pointement du Trias lignitifère appartient au soubassement supérieur ou infé-

rieur, puisque, de par sa position, il se trouve juste au point où l'un et l'autre devaient se raccorder, avant que s'accentuât la rupture qui infléchit en accent circonflexe la ligne de discontinuité, juste sur le trajet de l'axe de dislocation, de direction pyrénéenne, qui met le front de la montagne de Robion dans l'alignement de la haute faille du N.E. de La Garde, où se voit en placage d'arrêt, au devant du noyau triasique courbe d'un demi-anticlinal jurassique droit, un immense mur de bancs tithoniques verticaux.

Est-ce encore par le hasard, ou par une formule creuse, que doit s'expliquer le fait d'une dernière petite apparition de gypse, observée au plus haut du ravin de Font-Sainte, juste sur le trajet d'une autre ligne de faille pyrénéenne qui, traversant le Crétacé à l'E. de la Garde, a déterminé, au N.W. de N.-D. d'Éoulx, la brusque cassure du Jurassique soulevé de Destourbes, et d'un autre côté, au S.E. de Saint-Thiers, la traversée pyrénéenne des alignements alpins du Turonien par une gorge lutécienne, et, entre deux, l'encoche de la barre infraliasique du Teil, d'où se détache l'apophyse de Casset ?

Pas plus pour cette dernière apparition du gypse que pour les autres, un examen tant soit peu critique et indépendant ne permet d'accepter une idée de chevauchement sur le Crétacé voisin. C'est sur cette dernière conclusion que je termine cette note, dont le seul but, laissant de côté toutes autres considérations tectoniques, est de confirmer le caractère de poussées ascensionnelles et nullement horizontales que présentent toujours et partout les apparitions du gypse observables en position, soit tout à fait anormale, soit seulement à demi anormale, comme c'est le cas habituel en ces régions.

OBSERVATIONS SUR LA STRATIGRAPHIE ET LA PALÉONTOLOGIE DU FALUNIEN DE LA TOURAINE

PAR **J. de Morgan**¹.

Les sables coquilliers de la Touraine, bien qu'ils eussent été très sérieusement explorés depuis un siècle environ, sont encore loin d'avoir fourni aux géologues et aux paléontologistes tous les renseignements sur leurs dépôts, ainsi que la totalité de la faune qu'ils contiennent. Cette imperfection de nos connaissances est due à de nombreuses causes, les unes résultant de l'insuffisance des terrassements effectués jusqu'à ce jour, les autres dépendant des conditions extrêmement variées dans lesquelles se sont formés les sédiments.

Lors des temps helvétiques, la mer s'avancait en un vaste golfe sur l'emplacement actuel de la vallée de la Loire, jusqu'à quinze kilomètres environ au Sud-Ouest de Blois et, dans le voisinage de Pont-Levoy, battait des rochers formés par les couches lacustres (Burdigalien) dites Calcaire de Beauce. Côte plate, semée de récifs, où venaient se jeter des cours d'eau venant du centre de la France.

Dans ces parages, la profondeur des mers était, dans la plupart des cas, tout au plus de quelques mètres, et les dépôts qui s'y formaient ont pris un aspect tout spécial². Sur bien des points le sol se relevait pour former des plages où se brisait la vague roulant dans son écume une quantité prodigieuse de coquilles et de débris de tout genre, alors qu'au large se dressaient des récifs. Mais il est, aujourd'hui, pour ainsi dire impossible de relever les détails topographiques de cette côte découpée, parsemée d'îlots, de rochers et, probablement aussi, de nombreux estuaires et de lagunes. Dans la plupart des cas les reliefs ont disparu sous l'effort de ravinements postérieurs à la mer falunienne.

Dans certaines anses, probablement à l'abri des vents régnants, les eaux étaient relativement calmes, et sur ces points, les Mollusques, moins roulés, se trouvaient bientôt ensevelis sous des sables fins. Mais ceci est le cas le plus rare, car, dans

1. Note présentée à la séance du 15 mars 1915.

2. Faciès pontilevien de MM. G. Dollfus et Ph. Dautzenberg. *Mém. Soc. géol. de France*, t. X, fasc. 2-3, p. 7, 1902.

presque toutes les sablières, on rencontre des graviers grossiers composés de coquilles brisées, et de gros grains de quartz et de calcaire, entremêlés de galets, d'ossements roulés et de fossiles siliceux (Spongiaires, Echinides, etc.) arrachés à la craie turo-nienne qui constitue la base du plateau. Ici, ce sont des sables de grosseur moyenne, entraînés par les courants plutôt que par la vague, composés de grains de quartz, de calcaire, de roches azoïques et de plaquettes de mica, apportés du continent par les fleuves, mélangés d'une multitude de Zoophytes et de Bryozoaires

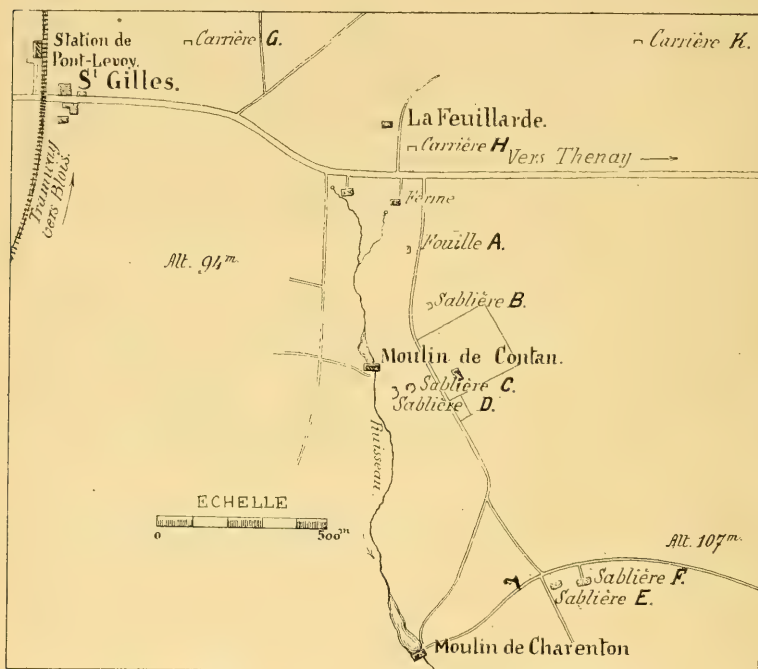


FIG. 1. — CRÔQUIS TOPOGRAPHIQUE DU VALLON DE CHARENTON, PRÈS PONT-LEVOY.

brisés, où les Mollusques de grande taille sont abondants. Là se rencontrent des sédiments plus fins, de même composition minéralogique, mais contenant peu de grosses coquilles, infiniment riches en petites espèces fort peu roulées. Il n'en est pas de même à quelques pas plus loin. On voit des sables fins, eux aussi, mais entièrement composés de débris polis par la vague. Et ces diverses couches, très variables comme composition, les unes fossilifères, les autres stériles, s'enchevêtrent et se mélangent suivant les fantaisies des marées, des courants et des

vents. On conçoit sans peine combien l'exploration méthodique et patiente de chacun des affleurements faluniens présente d'intérêt.

La plupart des sablières de Pont-Levoy où jadis les abbés Bourgeois et Delaunay et le marquis de Vileraye ont effectué leurs belles recherches, que j'ai visitées moi-même vers 1875, sont aujourd'hui comblées, entre autres la fameuse exploitation dite « de la Justice ». D'autres, en grand nombre, se sont ouvertes, comme celle dite « de la Commune » ; mais, dans ces sables extrêmement roulés, les fossiles, en assez mauvais état d'ailleurs, appartiennent à des espèces communes à toutes les plages de cette mer.



FIG. 2. — COUPE DE LA FOUILLE A.

H, Humus ; A, Argile rouge, pénétrant le sable falunien ; F, Sable falunien grossier, très fossilifère, renfermant des lits irréguliers de grosses coquilles roulées (type ordinaire du falun) ; g, Galets roulés et perforés à la base des sables, reposant sur le calcaire en place ; z, Surface du Calcaire de Beauce perforée par les Mollusques lithophages (*Aspidopholas*) ; C, Calcaire de Beauce.

Le Calcaire de Beauce fait, dans la plaine de Pont-Levoy, l'objet d'une exploitation très active. On l'extrait pour moellons et pierres de taille capables de résister aux gelées et à l'humidité. Sans cesse les carriers ouvrent de nouvelles excavations et, souvent, ils rencontrent les faluns au-dessus des bancs de calcaire, parfois aussi les sables coquilliers font défaut, soit qu'ils aient été enlevés par les érosions, soit que les roches eussent émergé des mers pendant la période falunienne. Dans le premier cas, on trouve, dans les fissures des blocs calcaires, quelques débris de plage, montrant que la surface a été érodée, et le calcaire renferme de nombreux Mollusques lithophages. Dans le second cas, les interstices entre les blocs sont remplis d'une argile rouge, brune ou grisâtre, sans fossiles.

Au cours de l'été 1914, M. E. de Boury et moi, grâce à des circonstances spéciales, nous avons été à même d'explorer le plateau de Pont-Levoy et, ces recherches, j'ai pu les continuer par la suite. Après bien des tâtonnements, c'est au vallon dit « des Moulins » que nous avons accordé notre plus grande attention et que nous avons obtenu les résultats les plus intéressants. Dans ce vallon, sous une couche peu épaisse de terre végétale, on rencontre tous les aspects des sédiments faluniens, depuis les sables coquilliers les plus grossiers, jusqu'aux dépôts les plus fins et les plus riches.



FIG. 3. — COUPE DE LA FOUILLE D, Sablière abandonnée.

H, humus ; S, Sables gris grossiers ; G, Gros galets perforés ; C, Calc. de Beauce.

La tête du vallon « des Moulins » se trouve au lieu dit « La Feuillarde » sur la route de Pont-Levoy à Thenay, à mille mètres environ à l'Est de la ligne du tramway de Blois à Montrichard. Le ruisseau qui s'écoule vers le S.E. traverse Monthou-sur-Cher et va se jeter à la rivière, quelque peu en aval de Thésée. Le premier moulin qu'on rencontre, à 500 m. environ au Sud de la route, est celui de Contan ; le second, situé à 1 000 m. plus en aval, est celui de Charenton, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par le croquis topographique ci-contre (fig. 1).

Il m'a été possible de relever huit coupes, dans cet espace d'environ quatre kilomètres carrés, et de constater que la plage falunienne suit la rive gauche du vallon, à quelques mètres seulement au-dessous du plateau. Elle ne semble pas atteindre la cote de 100 m.

Coupe A, voir la figure 2.

Coupe B. — Au sommet, sous l'humus, sable jaune très fin composé d'éléments très roulés. Sable gris fossilifère (type F de la coupe A) à la base. Le Calcaire de Beauce n'est pas visible.

Coupe C. — Sous l'humus (0 m. 35 à 0 m. 40), sable grossier gris avec grosses espèces fossiles galets, perforés et Calcaire de Beauce.

Coupe D, voir la figure 3.

Coupe E. — Sablière dite « du Moulin de Charenton ». Humus peu épais, bande mince d'argile rouge. Sable jaune, fin, composé d'éléments très roulés, durci en plaquettes. A la base, sable gris avec fossiles roulés. Le calcaire de Beauce n'est pas visible.

Coupe F. — Sablière dite « du Collège », voir la figure 4.

La faune de cette sablière est presque uniquement composée de petites espèces. À peine rencontre-t-on, de loin en loin, une coquille de moyenne taille. Les Bryozoaires sont innombrables et d'une grande variété. Les Échinides relativement nombreux ; mais trop friables pour être recueillis. Les Zoophytes sont assez abondants à la base de la coupe. Les Foraminifères sont très rares et généralement roulés.

Coupe G. — Carrière aujourd'hui comblée.

Il semble que sur ce point les sables faluniens n'ont jamais existé.

Coupes H et K. — Semblables à la précédente (G). Il est à remarquer que la nature et la puissance des couches surmontant le calcaire sont très variables dans une même carrière, et que telle coupe relevée aujourd'hui ne sera plus visible demain.

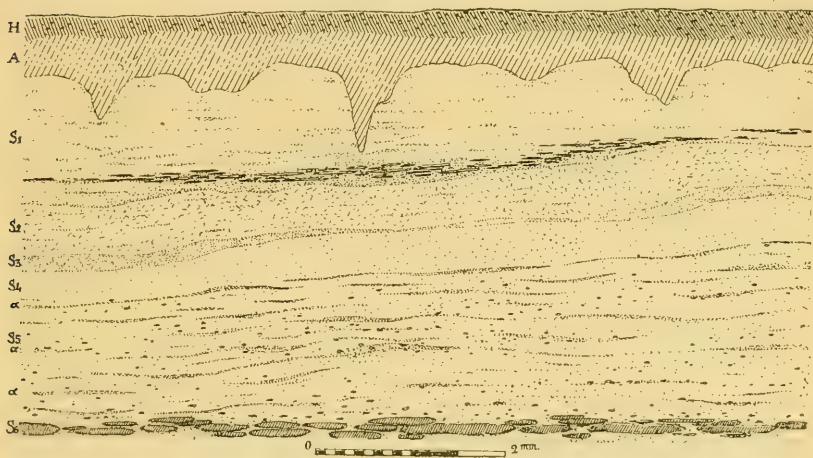


FIG. 4. — COUPE DE LA SABLIERE DU COLLEGE.

H, Humus ; A, Argile rouge brun ; S₁, Sable jaune, fin, parfois durci en plaquettes, composé de débris de coquilles, aucun fossile n'est entier ; S₂, Sable jaune très abondant en Bryozoaires et en fossiles peu roulés, Auriculidés, Helicéens, etc. ; S₃, Bande de sable gris avec nombreuses coquilles peu roulés ; S₄, Passage du sable jaune au sable gris, zone très fossilifère ; S₅, Sable gris très fossilifère ; α, Bandes coquillières.

Nous avons vu que le Calcaire de Beauce est, sur les anciennes plages, toujours perforé et que les galets qui le recouvrent le sont également. Parmi les Mollusques lithophages, le plus abondant est, sans contredit, *Aspidopholas rugosa* Brocchi var.

Fayollesi DEFRANCE¹. On le rencontre par milliers à la face supérieure des calcaires. Cette coquille, comme d'ailleurs toutes les *Martesia*, a généralement garni sa cavité d'un encroûtement de carbonate de chaux et, dans les roches plus tendres que le Calcaire de Beauce, cet enduit est devenu un tube évasé, assez résistant, encroûté à sa partie externe, lisse à l'intérieur, tube que parfois on rencontre libre dans les sables.

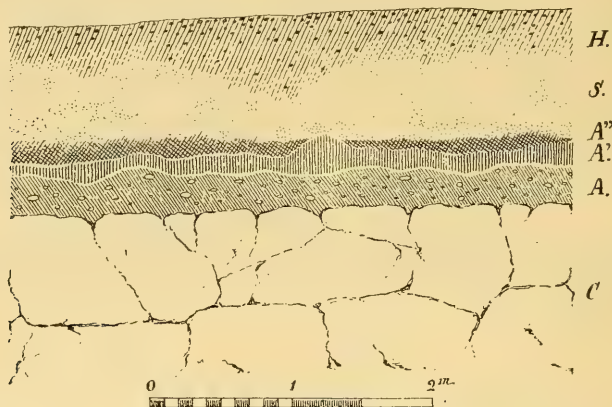


FIG. 5. — COUPE DE LA CARRIÈRE G.

H, Humus; S, Sable rougeâtre; A'', Argile verdâtre; A', Argile rouge brun; A, Argile verte avec rognons de calcaire; C, Calcaire de Beauce. Sans traces de perforations.



FIG. 6. — *Aspidopholas Branderi* BASTEROT.

A, Tube libre; B, Coquille complète dans son tube; grès friable.

Les *Aspidopholas* avaient cessé de vivre lors de l'enfouissement par le sable des rochers où elles avaient creusé leur demeure; car on les rencontre toujours habitées postérieurement par des Mollusques tels que *Sphænia anatina* BASTEROT, *Sph. testarum* BORELLI, *Eastonia crassidens* LAMARCK, etc.

Les Mollusques perforants de cette faune sont fort nombreux; on les rencontre en abondance dans les sables fins de Charenton. Ailleurs ils ont été le plus souvent détruits par les mouvements des eaux. MM. G. Dollfus et Ph. Dautzenberg en signalent quelques-uns; mais la liste en doit être beaucoup plus longue, peut être même modifiée quelque peu, et je revien-

1. Au sujet de cette espèce, cf. G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG, *Mém. Soc. géol. de France*, 1902, t. X, fasc. 2-3, p. 60, pl. 1, fig. 12-17, et aussi ce qu'en dit M. COSSMANN dans sa *Conchyliologie néogène de l'Aquitaine*, p. 68.

drai sur leur sujet dans une autre communication. Je me contenterai dans le présent travail de décrire une *Teredo* jusqu'à ce jour inconnue.

Les galets et les rochers, en dehors des perforations d'*Aspidopholas* portent également de nombreux Bryozoaires et Zoophytes. Ils servaient jadis de support à des Mégalthyridés¹, parfois même à des valves inférieures de *Crania abnormis* (DEFRANCE) DESHAYES et à des *Thecidea acuminata* DOLLF. et DAUTZ.²

Bien que la faune soit fort homogène dans les diverses sablières des environs de Pont-Levoy, il y a cependant dans les différents gisements, prédominance de certaines espèces. Ici ce sont les *Muricidæ* qui abondent ; là, c'est le *Cerithium papaveraceum* ; ailleurs ce sont les *Conidæ*, l'*Arca Noe* ; mais, dans les graviers, les petites espèces sont généralement rares, parce que le plus souvent elles ont été détruites. A peine en rencontre-t-on, de temps à autre, à l'intérieur, des grosses coquilles.

Dans les sables fins du vallon de Charenton, au contraire, la petite faune est d'une abondance extrême. On y voit les Pélécy-podes les plus fragiles, *Avicula*, *Modiola*, *Mytilus*, *Pandora*, etc. et des Gastéropodes tels que *Tiphis*, *Triphoris*, *Scalaria*³, *Scissurella*, *Eschara*, dont beaucoup offrent des formes nouvelles pour les faluns de la Loire. Généralement ces coquilles sont dans un tel état de conservation que, pour beaucoup d'entre elles, on peut étudier la protoconque aussi sûrement que sur des spécimens d'espèces vivantes.

Bien que cette faune abonde en nouveautés, le fait le plus intéressant que je puisse signaler est la présence, dans les sédiments fins, d'une suite nombreuse de coquilles terrestres et fluviales, *Helix*, *Zonites*, *Pupa*, *Cyclostomidæ*, *Carychium*, *Auriculidæ*⁴, *Truncatella*, *Homalonyx*, *Bulinidæ*, *Lymnæus*, *Planorbis*, *Valvata*, *Ancylus*.

Les Hélicéens de grande taille, *Helix* (*Tachea*) *asperula* DESHAYES ainsi que certains des *Auriculidæ* se rencontrent dans tous les gisements ; mais il n'en est pas de même des petites espèces ; soit qu'elles aient été détruites sur les plages de graviers, soit plutôt que par suite de leur transport difficile par les eaux elles aient été rejetées de suite sur les plages voisines de l'estuaire par lequel elles avaient gagné la mer.

1. La description de ces Brachiopodes fera l'objet d'un travail spécial.

2. *Crania* fixée sur un galet (Coll. Ph. Dautzenberg). *Thecidea acuminata*, Manthelan, Bossée (Coll. Ph. Dautzenberg). J'ai dernièrement rencontré cette espèce à Pont-Levoy.

3. M. E. de Boury a recueilli plus de trente espèces de *Scalaridæ* dans ces sables.

4. *Plecotrema*, *Cassidula*, *Leuconia*, *Melampus*, *Alexia*.

En étudiant les rivages méridionaux de la Mer Caspienne¹ et quelques plages des Indes² j'ai remarqué que les coquilles terrestres de petites dimensions, apportées par les ruisseaux et les rivières sont généralement rejetées à proximité de l'estuaire: quelques centaines de mètres seulement pour les rivières à faible débit, un kilomètre ou deux pour les grands cours d'eau³. Je fais exception cependant pour l'Indus et le Chatt-el-Arab, dont les apports sont entraînés à de très grandes distances.

La présence d'une faune terrestre et lacustre aussi importante montre non seulement, ce qu'on savait déjà d'ailleurs, que les gisements de Pont-Levoy se trouvent à l'embouchure de fleuves ou de rivières, mais aussi fournit de précieux enseignements sur le climat dont jouissait le centre de la France à l'époque de la mer falunienne.

Les *Auriculidæ*, représentés par de nombreux sous-genres indiquent, par leur présence, que les environs immédiats de la côte et des estuaires étaient boisés. Quant à la variété de leurs formes elle ne se rencontre plus aujourd'hui qu'en Malaisie et dans la Polynésie⁴.

Le genre *Homalonyx* (créé en 1841 par A. d'Orbigny) vit actuellement dans les Antilles et l'Amérique du Sud.

Parmi les *Bulinidæ*, nous voyons une forme apparentée aux *Brymeus* qui vivent également en Amérique.

Les genres *Helix*, *Pupa*, *Zonites* conviendraient aussi bien à des contrées dénudées qu'à des pays boisés; mais la présence de *Cyclostomidæ* vient prouver que ces côtes n'étaient pas sans porter des forêts.

La faune marine, d'ailleurs, vient appuyer les conclusions que je viens de formuler; car on y rencontre un grand nombre de formes dont les représentants actuels vivent dans la Mer Méditerranée et dans l'Océan Atlantique, depuis les côtes de la Gascogne jusqu'au Sénégal. Elle appartient donc aux listes des pays méridionaux.

1. Au Mazaudéran et au Ghilan.

2. Côtes du Baloutchistan et du Malabar.

3. Le Sféid roud au Ghilan.

4. R. Tournouër, en 1872, dans le *Journal de Conchyliologie* faisait déjà la même remarque. Voici comment il s'exprime: « La présence de ces genres et leur association donnent à cette petite faune (des *Auriculidæ*) un caractère moderne, tropical et particulièrement polynésien. Les *Melampus* sont répandus, il est vrai, sur les côtes des deux Océans; mais c'est seulement sur celles de l'Océan Indien ou du Pacifique que l'on trouve cette même association générique de *Melampus*, d'*Auricula*, de *Cassidula* et de *Plecotrema* qui caractérise la famille des Auriculidés, à l'époque des faluns, sur les rivages occidentaux de l'Europe. Car il est remarquable que les faluns de l'Europe orientale (Bassin de Vienne), synchroniques de ceux de la Touraine et du Sud-Ouest de la France, ne présentent aucune espèce d'Auriculidée fossile ».

J'ai pensé qu'il était utile de fournir ces indications sommaires, sur les résultats généraux de nos recherches, avant d'entrer dans le détail des espèces nouvelles ou peu connues sur lesquelles nous avons été à même de recueillir d'intéressants documents.

Loin de mon esprit est la pensée de décrire la faune du Falunien de la Touraine ; ce travail est en ce moment entrepris et conduit avec grande maîtrise par MM. G. Dollfus et Ph. Dautzenberg ; mon but, plus modeste, est simplement de faire connaître les principaux résultats de mes recherches, en parlant de quelques espèces, et de contribuer ainsi à l'œuvre générale de mes savants collègues.

Les espèces que je décrirai ont toutes été dessinées par moi-même avec le plus grand soin, le plus souvent avec des grossissements de 40 en diamètre, parfois même de 100 et de 200. J'ai figuré avec grande attention les protoconques, en opérant souvent sur un grand nombre d'exemplaires.

VANIKORO (MICROMPHALINA) COSSMANNI DOLLF. et DAUTZ.

En 1886¹ MM. G. Dollfus et Ph. Dautzenberg signalaient, dans les faluns de la Touraine, l'existence d'un petit Gastéro-

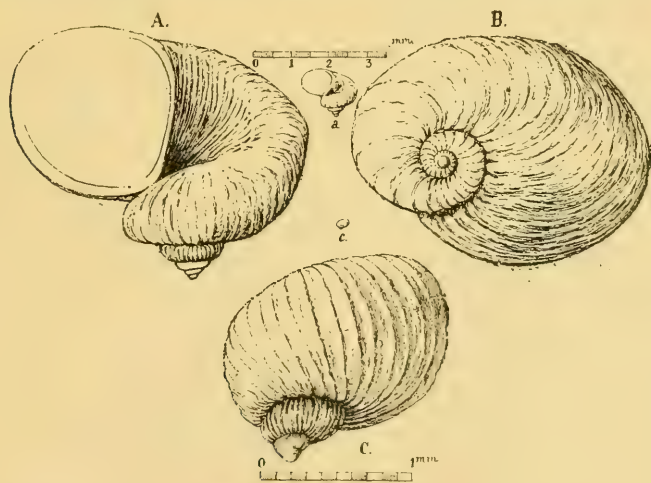


FIG. 7. — *Micromphalina Cossmanni* D.D.

A, B, Exempleire de grande taille (gross., $\times 5$) ; a, Le même, grand. nat. ; C, Individu jeune, montrant la protoconque (gross., $\times 20$) ; c, Le même, grand. nat.
Dimensions : Haut., 6 mm. 70 ; diam. max., 8 mm.

1. Etude préliminaire sur les coquilles fossiles des faluns de la Touraine. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1886, p. 17.

pode appartenant au genre *Vanikoro* et, en 1899¹, ils donnaient la description et la figuration de cette intéressante coquille, sous le nom de *Vanikoro*² *Cossmanni* D.D. Les exemplaires dont ces auteurs disposaient provenaient de Pont-Levoy (coll. Dautzenberg) et de Ferrière-Larçon (coll. Lecointre).

Malheureusement le dessin publié est fort mal venu au tirage et il est difficile d'y reconnaître les caractères spécifiques correspondant à la description, très précise d'ailleurs, qu'en donnent MM. Dollfus et Dautzenberg. Nous pensons qu'il est utile d'en publier une nouvelle figuration, d'après l'un des nombreux exemplaires provenant des Sables fins du vallon de Charenton, près Pont-Levoy.

Dès l'embryon, la protoconque est recouverte de costulations régulières très fines et serrées, s'écartant peu à peu, et qui sont l'origine des côtes ornant la coquille adulte.

La *Micromphalina Cossmanni* n'est pas la seule espèce, appartenant à ce groupe, renfermée dans les sables fins du vallon de Charenton. Nous en connaissons jusqu'à ce jour deux autres qui, voisines de l'espèce de MM. Dollfus et Dautzenberg, en diffèrent cependant très nettement par leurs caractères spécifiques.

VANIKORO (MICROMPHALINA) PONTILEVIENSIS n. sp.

Coquille très petite, mince, fragile, subglobuleuse, très aplatie à la base, largement et profondément ombiliquée. Spire peu élevée, à sommet peu saillant, composée de quatre tours convexes ; les deux premiers croissant lentement, alors que les deux derniers s'élargissent très rapidement. La protoconque présente une surface lisse : les tours qui la suivent sont ornés de stries assez irrégulières, à peu de chose près équidistantes au début, et d'autant plus variées que la coquille est plus âgée. Ces stries pénètrent dans l'ombilic. Les tours sont séparés par une suture profonde. Ouverture entière, elliptique. Columelle rectiligne, formant un angle avec le labre qui est arqué, simple, tranchant.

Gisement. Vallon de Charenton à Pont-Levoy (coll. de l'auteur) ; très rare.

Cette espèce diffère de *M. Cossmanni* par sa forme générale qui est plus aplatie, par l'abaissement de son sommet, par sa protoconque qui est lisse au lieu d'être finement costulée, par la

1. *Journal de Conchyliologie*, 1899 (Tirage à part, p. 25, fig. 1.).

2. Sous-genre *Micromphalina* COSSMANN : Catalogue illustré des coquilles fossiles, etc. Type *M. problematica* du Bassin de Paris, cat., pl. VII, fig. 39.

grande largeur de son ombilic, par la forme aplatie de son ouverture ainsi que par l'ornementation de sa surface, formée seulement de stries d'accroissement et non de costulations.

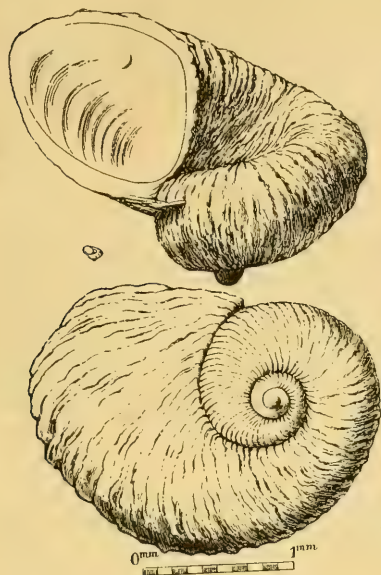


FIG. 8. — *Micromphalina pontileviensis* n. sp.

Dimensions : Haut., 1 mm. 80 ; diam. max., 2 mm. 25 ; gross., $\times 20$.

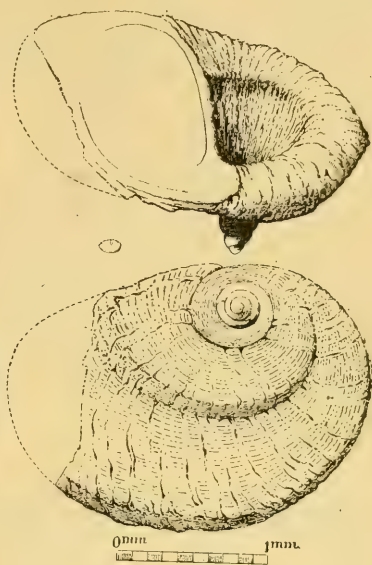


FIG. 9. — *Micromphalina Bouryi* n. sp.

Dimensions : Haut., 1 mm. 50 ; diam. max., 2 mm. 10 ; gross., $\times 20$.

VANIKORO (*MICROMPHALINA*) *BOURYI*¹ n. sp.

Coquille très petite, mince, fragile, très aplatie à la base, très largement et très profondément ombiliquée. Protoconque lisse, très élevée, les autres tours de la coquille étant très aplatis. Accroissement des deux derniers tours très rapide. Le demi-tour qui fait suite à la protoconque, convexe et lisse. La seconde moitié de ce tour devient finement striée et cesse d'être convexe pour s'orner de deux carènes, l'une au bord externe de la spire, l'autre au milieu. Au dernier tour, une troisième carène se dessine sur le bord de l'ombilic. Chez l'adulte, surface ornée de stries longitudinales fines, régulières, coupées par les lignes transversales de croissance. Suture très distincte sans être profonde. Ombilic très large, conique, profond. Ouverture entière, très ample,

1. Je dédie cette espèce à mon savant ami, M. E. de Boury.

elliptique. Columelle rectiligne, peu épaisse. Labre arqué, simple, tranchant.

Gisement. Vallon de Charenton, près Pont-Levoy (coll. de l'auteur); très rare.

Cette espèce diffère des deux précédentes par l'existence de ses carènes, par son ornementation formée de stries longitudinales, par l'extrême développement de son ombilic et enfin par la forme conique, presque cylindrique de sa protoconque.

ODONTOSTOMIA (NOEMIA) IVOLASI MAYER

Dans le groupe des *Pyramidellidæ* on rencontre entre autres, à Pont-Levoy, une petite coquille, très rare d'ailleurs, à laquelle Mayer-Eymar a donné le nom de *Sigaretus Ivolasi*¹ et que MM. Ivolas et Peyrot rangent dans les *Eunaticina*, genre déjà signalé à l'état fossile par Recluz en 1851². Il semble qu'on doive plutôt la placer dans le sous-genre *Noemia* DE FOLIN, 1870, des *Odontostomia*.

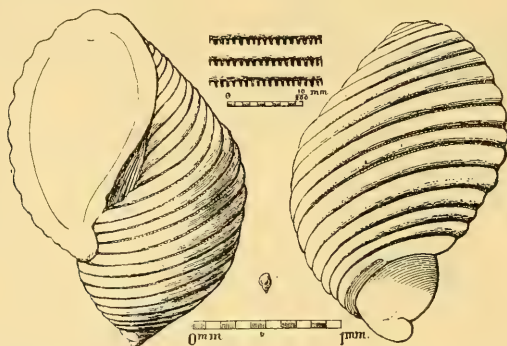


FIG. 10. — *Odontostomia (Noemia) Ivolasi* MAYER.

En haut détail de l'ornementation pris au tour qui suit la protoconque (gr. $\times 100$).

Dimensions : Haut., 2 mm. 10; diam. max., 1 mm. 50; gross., $\times 20$.

La figure qu'en donnent MM. Ivolas et Peyrot étant insuffisante je pense intéressant d'en donner une nouvelle reproduction d'après un exemplaire unique du vallon de Charenton (Pont-Levoy) (coll. de l'auteur).

L'exemplaire figuré par MM. Ivolas et Peyrot appartient au Musée de Zurich et provient de Manthelan.

1. MAYER-EYMAR in IVOLAS et PEYROT. Contribution à l'étude paléontologique des faluns de Touraine. *Actes Soc. linn. Bordeaux*, vol. LV, p. 152, pl. II, fig. 31.

2. E. Gouldi des Lignites du Soissonnais.

*
* *

Les espèces suivantes que nous rangeons dans les *Escharella* de Cossmann¹ sont plus rares encore que celles qui précèdent. Nous ne possédons que deux exemplaires de chacune.

*ESCHARELLA DOUVILLEI*² n. sp.

Coquille très petite, mince, fragile, ovale et ombiliquée, spire composée de quatre tours arrondis, saillants, médiocrement élevée, à sommet proéminent, suture profonde. Protoconque lisse au sommet, finement costulée à la base. Accroissement lent dans les premiers tours, très rapide au dernier très évasé: Surface ornée de côtes régulières, transverses, régulièrement espacées, recoupant un réseau de stries longitudinales fines, régulières. Sur le premier tour après la protoconque l'ornementation, de même nature que sur le dernier tour, est beaucoup plus délicate. Ombrilic profond, étroit, caréné à la base et orné sur sa carène de nodosités régulières en forme de perles, correspondant à chacune des côtes transverses. Ouverture entière, en forme d'ellipse dont le grand axe est divergent par rapport à la base. Columelle rectiligne, peu épaissie, labre arqué, simple, tranchant.

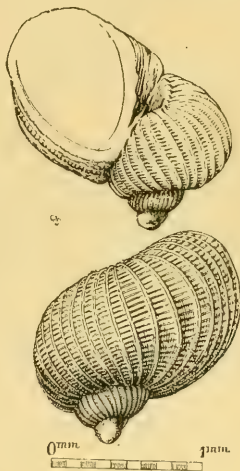


FIG. 11.

Escharella Douvillei n. sp.

Dimensions: Haut., 1 mm.

50; diam. max., 1 mm.

35; gross., $\times 20$.

Gisement. — Vallon de Charenton (Pont-Levoy) (coll. de l'auteur).

*ESCHARELLA ROBERTI*³ n. sp.

Coquille très petite, mince, ovale, ombiliquée. Protoconque conique, lisse, formé de trois tours. Spire composée de cinq tours arrondis, dont deux adultes, dont l'accroissement est très rapide. Surface ornée de fortes côtes transversales régulières et

1: *Loc. cit.*, p. 183. Type *E. Citharella*, Cat. illustré, pl. x, fig. 3-4.

2. Je dédie cette espèce à M. Henri Douvillé, membre de l'Institut.

3. En souvenir de notre regretté confrère Robert Douvillé.

régulièrement espacées, recoupant un réseau de stries longitudinales régulières, ponctuées. Suture profonde. Ombilic de largeur moyenne, profond, orné à l'intérieur de côtes fines formées par

le prolongement de celles de la surface. Bord de l'ombilic arrondi. Ouverture entière, large, elliptique, le grand axe de l'ellipse étant convergent par rapport à la base. Columelle rectiligne, peu épaissie. Labre arqué, simple, tranchant.

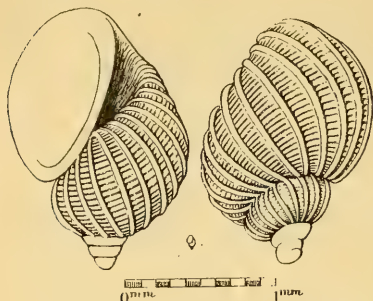


FIG. 12. — *Escharella Roberti* n. sp.
Dimensions : Haut., 1 mm. 75 ; diam. max., 1 mm. 12 ; gross., $\times 20$.

Gisement. — Vallon de Charenton (Pont-Levoy) (coll. de l'auteur) ; très rare.

Cette espèce qui ne saurait être comparée à *S. Ivolasi*

MAYER se distingue de *E. Douvillei* par la hauteur de sa spire, par la forme et la direction de son ouverture ainsi que par la nature de sa protoconque. L'ornementation de la surface, dans les deux espèces est de composition analogue ; mais alors que chez *E. Roberti* les côtes, ainsi que les stries, sont largement espacées, elles sont beaucoup plus serrées chez *E. Douvillei*. L'ombilic de cette dernière espèce est orné de perles ce qui ne se voit pas chez *E. Roberti*.

*ESCHARELLA BOURGEOISI*¹ n. sp.

Coquille très petite, mince, ovale, ombiliquée, formée de cinq tours de spire, arrondis, dont trois composent la protoconque. Embryon lisse sur un tour et demi, le reste de la protoconque étant finement costulé. Surface des tours adultes ornée de fortes côtes transversales largement espacées, régulières, droites, recoupant un réseau de stries longitudinales fines

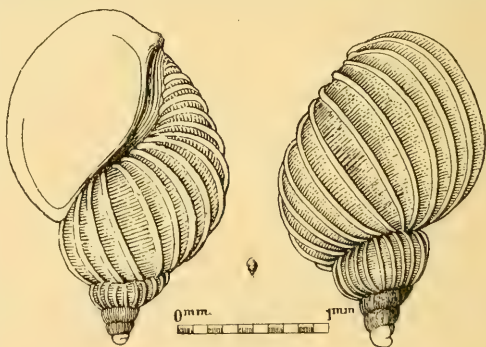


FIG. 13. — *Escharella Bourgeoisii* n. sp.
Dimensions : Haut., 2 mm. 25 ; diam. max., 1 mm. 30 ; gross., $\times 20$.

1. A la mémoire de l'abbé Bourgeois, directeur de Collège de Pont-Levoy.

régulières, très serrées. Suture profonde. Ombilic très étroit, profond, orné à l'intérieur de côtes très fines en prolongement de celles de la surface, plus nombreuses vers le bord columellaire. Ouverture entière, large, elliptique. Le grand axe de l'ellipse étant oblique et convergent par rapport à la base. Columelle rectiligne, peu épaissie. Labre arqué, simple, tranchant.

Gisement. — Vallon de Charenton (Pont-Levoy) (coll. de l'auteur) ; très rare.

Cette coquille présente de grandes analogies avec *E. Roberti*. Cependant elle ne saurait être confondue avec elle. *E. Roberti* est plus globuleuse, son ombilic est beaucoup plus largement ouvert, son ornementation est moins fine. Ces deux espèces diffèrent également par leurs protoconques, complètement lisse et obtuse chez *E. Roberti* allongée et costulée chez *E. Bourgeoisii*.

XENOPHORA? (*HALIPHÆBUS* FISCHER 1880) *PONTILEVIENSIS* n. sp.

Coquille petite, fragile, mince, aplatie, discoïde, profondément ombiliquée, composée de trois à quatre tours de spire très aplatis, d'une croissance régulière. Les premiers tours arrondis, les derniers, à la partie supérieure, munis d'un large sillon profond et, sur le bord, d'une carène aiguë, coupante, séparée du reste de la

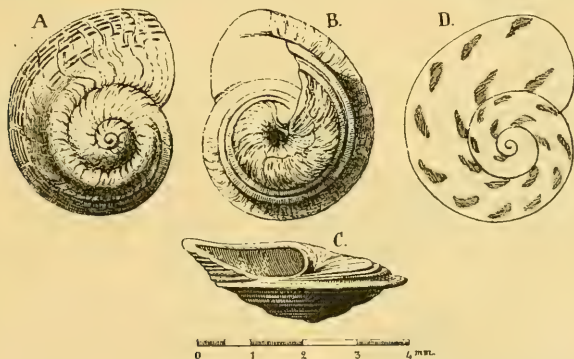


FIG. 14. — *Xenophora?* (*Haliphæbus*) *pontileviensis* n. sp.

A, Face sup. ; B, Face inf. ; C, Vue latérale ; D, Coloration.

Dimensions : Haut., 1 mm.,50 ; diam. max., 4 mm. ; gross., $\times 7$.

coquille par deux cordons très saillants. La partie plate précédant la carène est ornée de stries longitudinales, profondes, interrompues par les lignes de croissance. A la partie inférieure de la coquille la spire est divisée en trois parties, l'une, au centre, arrondie, aplatie, ornée de stries d'accroissement, une autre,

médiane formée de deux cordons régulièrement épais, carrés, et la troisième, en contrebas de la seconde, du côté externe, plate, légèrement inclinée sur le bord de la coquille vers la carène. Suture distincte sans être profonde. Ombrilic, étroit, profond. Ouverture large, longue, oblique par rapport au plan de la base, sans épaississement sur les bords, découpée vers la columelle par le prolongement des ornements de la spire. Labre coupant, muni d'un petit sillon à sa rencontre avec l'avant-dernier tour de spire.

Couleur. — Quelques exemplaires portent encore, à la face supérieure, l'indication de leur ornementation colorée, probablement rouge ou brune, ce sont des taches obliques en forme de virgule se correspondant régulièrement. La face interne semble être demeurée incolore.

Gisement. — Cette petite espèce est abondante dans les sables fins du vallon de Charenton, à Pont-Levoy (coll. de l'auteur).

Une forme analogue est connue dans l'Éocène du bassin parisien, *X. Bouryi*.

SCISSURELLA FALUNICA n. sp.

Coquille très petite, mince et très fragile, ombiliquée, à spire étagée, composée de cinq tours séparés par une suture pro-

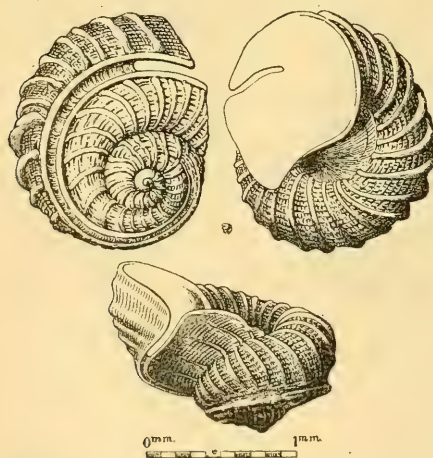


FIG. 15. — *Scissurella falunica*, n. sp.
Dimensions : Haut., 1 mm. 10 ; diam. max.,
1 mm. 55 ; gross., $\times 20$.

fonde. Tours aplatis à leur partie supérieure et très renflés à leur partie inférieure. Protoconque lisse, saillante. Le premier tour orné de fortes côtes transversales, régulières, recoupant un réseau de sillons profonds, assez réguliers. Au dernier tour, commence un sinus profond entouré de deux fortes côtes divisant en deux parties la face supérieure de la spire, l'une à l'intérieur, ornée de côtes et de sillons, l'autre externe, également ornée de côtes recoupant un quadrillé régulier profondément gravé

dans le test. Le renflement de cette seconde partie ne débordé la carène que vers le milieu du dernier tour. Le sinus

se prolonge régulièrement jusqu'à l'ouverture. Il se découpe avant le labre en une fissure longue de 0 mm. 50 et large de 0 mm. 07 bordée par les deux côtes longitudinales.

A sa face inférieure, la spire est arrondie, saillante, ornée de grosses côtes transversales très régulières et d'un fin quadrillé gravé entre ces côtes.

Ombilic large, conique, évasé, orné de fines stries en prolongement des côtes transversales. Base de l'ombilic limitée par une carène anguleuse arrêtant les côtes ornant la surface. Ouverture entière, très ample, subanguleuse, oblique, columelle rectiligne, légèrement épaissie vers l'ombilic, labre arqué, proéminent vers la base, fissuré, simple, tranchant.

Cette coquille appartient nettement au genre *Scissurella* s. s. dont les espèces sont nombreuses dans les terrains tertiaires (*S. Deshayesi* MUNIER-CHALMAS) et dans les mers actuelles (*S. crispata* FLEMING) et n'a rien de commun avec le sous-genre *Schismope* (JEFFREYS, 1856) dans lequel la fissure se ferme vers le labre et ne persiste plus qu'à l'état de perforation allongée (*S. Terquemi* DESHAYES). C'est la première fois qu'une coquille de ce genre est signalée dans les faluns de la Touraine.

Gisement. — Sables fins du vallon de Charenton près Pont-Levoy. Cinq exemplaires seulement. — Coll. de l'auteur.

DISCOHELIX PONTILEVIENSIS n. sp.

Coquille petite, discoïdale, largement ombiliquée, enroulée presque dans le même plan, spire composée de trois tours de section triangulaire, aplatis au sommet, carénés sur le bord externe et à celui de la base. Embryon en forme de croissant, légèrement bombé. Surface ornée de stries irrégulières d'accroissement et d'un sillon très marqué, surtout dans le dernier tour déterminant un bourrelet carré sur le bord de la carène supérieure. Suture très distincte, mais peu profonde. Ombilic très large occupant la presque totalité de la

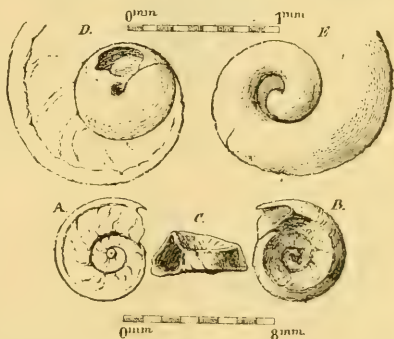


FIG. 16.— *Discohelix pontileviensis* n. sp.
Dimensions : Haut., 2 mm. 40; diam. max., 5 mm. 80. — A, B, C, gross., $\times 2,5$; E, D, Protoconque, gross., $\times 20$.

coquille. Ouverture subtrigone, labre tranchant, très arqué, légèrement échancré à son bord supérieur. Bord columellaire anguleux, proéminent à sa jonction avec le labre.

Gisement. — Vallon de Charenton à Pont-Levoy (coll. de l'auteur); unique.

Rissoia (*MANZONIA* BRUSINA 1870) *FALUNICA* n. sp.

Coquille turriculée, presque globuleuse, solide, opaque, composée de trois tours de spire et d'une protoconque lisse d'un seul tour. Embryon sphérique, légèrement aplati. Surface ornée de grosses côtes obliques transverses séparées entre elles par une aire quelque peu plus large que les côtes, ornée de stries profondes régulières et régulièrement espacées disparaissant sous les côtes. Le dernier tour limité vers la base par un bourrelet épais, arrondi précédant une aire plane, sans ornements qui sépare le bourrelet de l'épaississement de l'ouverture. Suture profonde. Ouverture entière, ovale, presque circulaire, légèrement oblique, convergente sur la base, munie sur tout son pourtour d'un bourrelet très épais, arrondi.

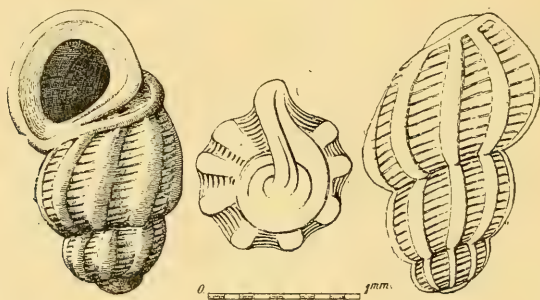


FIG. 17. — *Rissoia falunica* n. sp.

Dimensions: Haut., 1 mm. 82; diam. max., 1 mm.; gross., $\times 20$.

Gisement. — Vallon de Charenton à Pont-Levoy (coll. de l'auteur); assez rare.

Cette coquille a été assimilée par MM. G. Dollfus et Ph. Dautzenberg (liste provisoire de 1886) à *R. (Manzonina) costata* ADAMS var. J'estime qu'il y a lieu de créer une espèce spéciale et que *M. costata* n'est que le représentant actuel de la forme falunienne des *Manzonina falunica* et *M. pontileviensis* dont la description suit et qui, comme on le verra, diffère très notablement de la *M. falunica*.

Rissoia (*Manzonina*) *Pontileviensis* n. sp.

Coquille turriculée, assez globuleuse, solide, opaque composée de quatre tours de spire, dont deux appartiennent à la protoconque et deux à l'âge adulte. Protoconque lisse au sommet, ornée, dans son second tour de stries longitudinales très fines. A partir du troisième tour apparaissent des côtes transversales presque droites, larges, aplaties, recouvertes par un réseau de stries longitudinales profondes, fines et serrées. Dernier tour limité vers la base par un bourrelet épais, arrondi, bordant une aire plane et sans ornements qui le sépare de l'épaississement de l'ouverture. Suture profonde. Ouverture entière, ovale, presque circulaire, légèrement oblique et convergente, munie sur tout son pourtour d'un bourrelet très épais, rond, et à la columelle d'un très fort épaississement.

Giisement. — Vallon de Charenton à Pont-Levoy (coll. de l'auteur); espèce abondante.

Cette espèce a été assimilée à *R. (Manzonina) costata* ADAMS var. *minuta* par MM. G. Dollfus et Ph. Dautzenberg (liste de 1886). Mais de même que pour *M. falunica* je pense qu'il y a lieu de la séparer de l'espèce vivante.

M. pontileviensis diffère de *M. falunica* par sa taille qui est beaucoup plus petite, par sa forme générale plus longue, plus élancée, par la nature et l'ornementation

de sa protoconque, par ses ornements dans les tours adultes qui présentent des côtes transverses plus droites, plus écrasées, et des stries longitudinales beaucoup plus fines, recouvrant les côtes, par la forme de son ouverture et le fort épaississement de sa columelle.

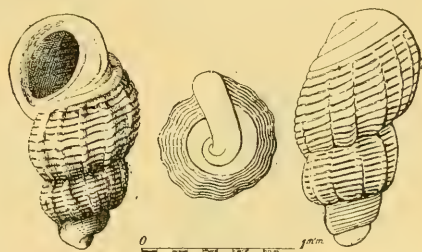


FIG. 18. — *Rissoia pontileviensis* n. sp.
Dimensions : Haut., 1 mm. 60; diam. max., 0 mm. 80; gross., $\times 20$.

*OSCILLA*¹ *DAUTZENBERGI*² n. sp.

Coquille turriculée, imperforée, très petite, fragile, mince,

1. A. ADAMS, 1870. Les représentants actuels de ce groupe vivent dans les mers chaudes : Philippines, Polynésie, Malésie, Océan Indien (type *O. annulata* A. ADAMS).

2. Je dédie cette espèce au savant conchyliologiste, M. Philippe Dautzenberg.

translucide, allongée, composée de 12-13 tours de spire. Surface lisse, ornée d'un très fort cordon spiral saillant, en bourrelet arrondi, donnant à la coquille l'aspect d'une vis. Suture indistincte. Ouvverture subquadrangulaire. Labre tranchant plissé, orné de deux sinus profonds, correspondant aux ornements de la spire. Columelle très épaisse, large, munie de quatre plis arrondis, séparés en deux groupes par une bande lisse légèrement concave.

Gisement. — Vallon de Charenton, à Pont-Levoy (coll. de l'auteur); unique.

HOPLOPTEROPSIS

Par sa forme générale ainsi que par la présence de ses varices, cette coquille se rapproche plus du genre *Hoplopteron* FISCHER, 1876, que de tout autre groupe. Aussi proposons-nous de la rapprocher de la coquille des mers de la Chine (*Hoplopteron Terquemi* FISCHER) et d'établir la division des *Hoplopteropsis*.

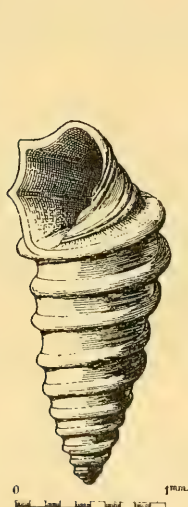


FIG. 19. — *Pyramidella* (*Oscilla*)
Dautzenbergi n. sp.
Dimensions : Haut., 2 mm. 30;
diam. max., 1 mm. ; gross., $\times 20$.

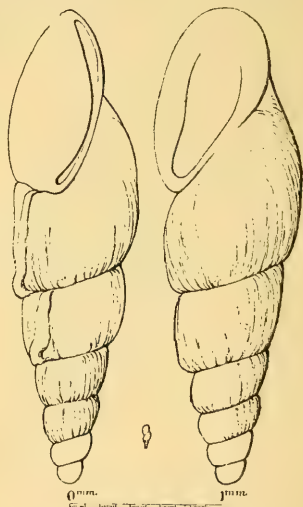


FIG. 20. — *Hoplopteropsis*
pontileviensis n. sp.
Dimensions : Haut., 3 mm. 10;
diam. max., 0 mm. 85 ; gross., $\times 20$.

HOPLOPTEROPSIS PONTILEVIENSIS n. sp.

Coquille fusiforme, turriculée, ombiliquée, mince, fragile, translucide, de 6 1/2 à 7 tours de spire. Protoconque de deux

tours et demi, allongé, lisse. Embryon sphérique. Surface de l'adulte lisse, simplement ornée de fines stries régulières de croissance et, de loin en loin, de grosses varices coudées vers la suture supérieure. Suture profonde. Ouverture entière, ovale, oblique, convergente. Labre épais, renflé en son milieu, réfléchi, échancré au sommet par un sinus profond. Columelle épaisse, réfléchie, recouvrant l'ombilic qui est très petit.

Gisement. — Vallon de Charenton, à Pont-Levoy (coll. de l'auteur) ; cette espèce n'est pas rare dans les sables fins.

*
* *

Avant de terminer cette étude, je donnerai quelques détails au sujet de Pélécy-podes nouveaux ou peu connus recueillis dans mes dernières recherches.

TEREDO FALUNICUS n. sp.

MM. G. Dollfus et Ph. Dautzenberg ont signalé¹ la présence dans les faluns² d'une espèce appartenant au genre *Teredo* ; mais ils n'en connaissaient que le tube et par suite ne pouvaient entrer dans aucun détail sur les caractères spécifiques de cette coquille dont nous avons dernièrement rencontré une valve complète.

Coquille petite, convexe, baillante, inéquilatérale, très découpée, beaucoup plus longue que large ; côté antérieur rostré, entaillé par une échancrure presque orthogonale. Côté postérieur plus développé, prolongé par un appendice peu saillant³. Contour palléal formant une languette unguiculée et très recourbée, qui se termine à l'extrémité de la crête médiane par une pointe obtuse garnie de l'épaississement noduliforme du tubercule pariétal. Crochet involute, recouvert par la callosité cardinale. Apophyse styloïde long et étroit.

Surface dorsale bombée. Area antérieure ornée de côtes parallèles aux lignes de croissance, très régulières et régulièrement espacées. Area antéro-moyenne médio-postérieure couverte de stries d'accroissement très fines, assez régulières se joignant à angle aigu sur le sinus médian (area moyenne)



FIG. 21. — *Teredo falunicus* n. sp.
Dimensions : Long., 4 mm. ; larg., 3 mm. 5 ; courbure, 2 mm. ; gross., $\times 7$.

1. *Mém. Soc. géol. de France*, 1902, t. X, fasc. 2-3, p. 56. — p. 57, fig. 28.

2. Manthelan (coll. Lecoindre).

3. Quelque peu brisé dans l'exemplaire figuré.

qui est peu profond et orné, du côté de l'area postérieur d'une petite rainure parallèle à la suture. Area postérieure peu développée, presque nulle, ornée de stries d'accroissement très fines. Les lignes de contact des diverses area entre elles sont marquées à l'extérieur de la coquille par des sinus plus ou moins profonds qui déterminent à l'intérieur de la coquille des crêtes saillantes.

Gisement. — Vallon de Charenton, à Pont-Levoy (coll. de l'auteur) ; unique.

Cette espèce diffère très notablement de *Teredo norvegica* SPENCER, non seulement parce que son ensemble est moins large, son area postérieure moins développée, mais aussi par la forme allongée de son apophyse styloïde. Elle s'éloigne également de l'espèce de l'Aquitaine, *Teredo saucatsensis* BENOIST, en ce qu'elle est beaucoup plus allongée et que son ornementation, bien qu'analogue, est moins accentuée et plus fine.

GASTROCHENA PONTILEVIENSIS n. sp.

Coquille petite, mince, fragile, ovale, oblongue, fortement baillante en avant, très inéquilatérale, extrémité latérale terminée en pointe, rostrée. Contour buccal échancré et légèrement sinueux. Contour palléal en arc d'ellipse. Bord supérieur presque rectiligne sous le crochet. Surface dorsale convexe limitée par un très léger sinus, ornée de côtes d'accroissement larges, fortes et irrégulières, très serrées au delà du



FIG. 22. — *Gastrochena pontileviensis* n. sp.

Dimensions: Long., 8 mm. 20 ; larg., 4 mm. 2 ; épaisseur, 2 mm. ; gross., $\times 3,5$.

sinus jusqu'au rostre. Ces côtes se reproduisent à l'intérieur de la coquille sous forme de sillons larges et profonds. Bord cardinal légèrement réfléchi du côté antérieur. Impressions musculaires peu distinctes : celle du muscle antérieur semblant être logée dans la saillie de l'extrémité buccale. Dépression dorsale très atténuée. Tube inconnu.

Gisement. — Vallon de Charenton, à Pont-Levoy. Assez rare.

Cette espèce diffère très sensiblement de *G. lata* G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG¹ par sa forme générale plus longue, par l'atténuation de son échancrure, ainsi que par la nature de l'ornementation de sa surface qui est dépourvue de lamelles régulières (*lamellis arcuatis numerosissimis*). Elle se rapproche plutôt de *G. intermedia* HØRNES qu'on rencontre dans le Burdigalien des environs de Dax (Cabannes), sous sa mutation *curta* (MAYER); mais en diffère par sa forme plus allongée et plus rostrée, ainsi que par l'importance de ses côtes de croissance et par l'absence presque complète de dépression dorsale. Il en est de même pour l'espèce de Millet : *G. ampulloïdes*, qui, d'après la description sommaire qu'en donne l'auteur², serait plus voisine de *G. lata* que de notre espèce.

PANDORA FALUNICA n. sp.

Valve gauche étroite, allongée, ovale, très inéquilatérale, profonde. Côté postérieur arrondi : bord supérieur presque droit en arrière du crochet. Bord palléal incurvé, saillant. Carène rayonnante forte, arrondie, accompagnée d'une large dépression se terminant sur le bord antérieur par une large côte écrasée. Surface extérieure ornée de stries et de bourrelets d'accroissement réguliers, formant d'épaisses nodosités sur les côtes rayonnantes. Surface intérieure brillante et nacrée, montrant les impressions rayonnantes du manteau. Crochet situé aux quatre cinquièmes de la longueur totale, du côté antérieur; charnière plate et très épaisse en avant, entaillée sous le crochet par une fossette triangulaire munie d'un fort pli. Impressions musculaires inégales, très écartées, profondes.

Valve droite, à peu de chose près de même taille que la valve gauche, plane dans son ensemble, bordée du côté antérieur par une forte côte rayonnante, correspondant à la côte latérale de la valve gauche, accompagnée d'une large dépression peu profonde, rayonnante, de même largeur environ que celle de l'autre valve. Surface extérieure ornée de stries et de côtes d'accroissement régulières. Surface intérieure brillante et nacrée, munie sur son bord antérieur d'une large côte plate, lisse. Charnière formée d'une grosse dent cardinale, fossette ligamentaire étroite et très allon-

1. *Rocellaria lata* D.D., *Journ. Conch.*, 1888 (T. à part, p. 24), pl. xii, fig. 6.

2. Paléont. Maine-et-Loire, p. 600.

gée. Bord supérieur réfléchi en dedans. Impressions musculaires peu distinctes.

Gisement. — Vallon de Charenton près de Pont-Levoy (coll. de l'auteur) ; quinze valves gauches, une seule valve droite.

MM. G. Dollfus et Ph. Dautzenberg dans leur grand ouvrage sur les Faluns de la Touraine ont figuré¹ un exemplaire, en assez mauvais état de conservation, d'une *Pandora* qu'ils rattachent à *P. inæquivalvis* LINNÉ var. *margaritacea* LAMARCK. Cette coquille diffère de *P. falunica* par la forme de son contour qui, incurvé à la partie supérieure, fait sentir la présence d'un rostre qui fait défaut dans notre espèce². La même observation s'applique à l'espèce de Linné qui vit dans la Méditerranée.

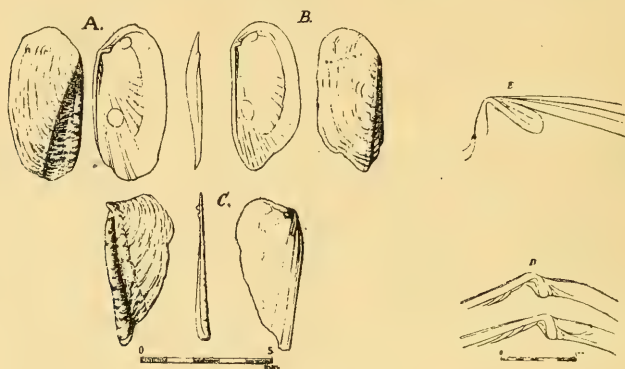


FIG. 23. — *Pandora falunica* n. sp.

A, B, Valve gauche, gross., $\times 3,5$; C, Valve droite, gross., $\times 3,5$; D, Charnière de la valve gauche, gross., $\times 10$; E, Charnière de la valve droite, gross., $\times 10$.

Dimensions : Valve gauche : long., 5 mm. 60 ; larg., 3 mm. Valve droite long., 3 mm. 60 ; larg., 2 mm. 75.

P. granum BENOIST du Burdigalien et de l'Aquitainien du S.W. de la France est, comme *P. inæquivalvis*, rostrée, en forme de *Leda*, présente une surface lisse, et ne possède pas de seconde carène. *P. Degrangei* COSSMANN, plus voisine comme forme générale de *P. falunica*, est cependant rostrée, possède une ornementation plus fine, et n'est pas ornée d'une seconde côte rayonnante sur le côté.

1. *Loc. cit.*, pl. II, fig. 17 et 18.

2. *P. testa latere antico longiore, attenuato, rostrato, hinc in utraque valva angulato* (Lamarck).

PANDORA PONTILEVIENSIS n. sp.

Valve gauche étroite, allongée, anguleuse en face de la charnière, bord dorsal droit de même que le côté antérieur du bord buccal. Bords ventral et dorsal incomplets. Carène rayonnante, très marquée, qui suit tout le bord dorsal. Surface extérieure ornée de stries d'accroissement. Surface intérieure brillante et nacréée, montrant les impressions rayonnantes du manteau. Crochet situé très en avant du côté buccal. Charnière formée à droite d'une dent saillante, divergente, et d'une large fossette latérale antérieure plissée, à gauche, d'une impression ligamentaire longue, rayonnante saillante. Impressions musculaires très écartées, celle de l'adducteur antérieur demi-cachée sous le bord buccal.

Valve droite inconnue.

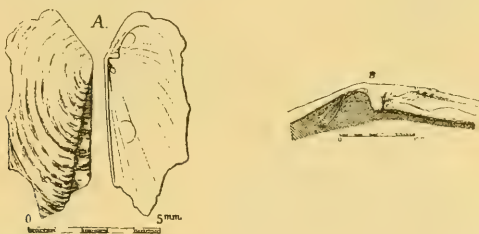


FIG. 24. — *Pandora pontileviensis* n. sp.

Dimensions : Long., 7 mm. 75 ; larg., 3 mm. 50 (l'échantillon figuré n'est pas complet sur le bord ventral) ; A, Valve gauche, gross., $\times 3,5$; a, Charnière, gross., $\times 10$.

Gisement. — Vallon de Charenton, près Pont-Levoy (coll. de l'auteur) ; deux exemplaires de la valve gauche.

Cette espèce se distingue de *P. falunica* par la forme anguleuse de son sommet, par la disposition absolument rectiligne de son bord dorsal, et de la partie antérieure de son bord buccal, par la nature de sa carène dépourvue de côte, ainsi que par la forme de sa charnière. Les dimensions sont plus grandes, et l'ornementation de sa surface est beaucoup plus fine.

MAGNOLIA FOSSILE DES ARKOSES DE RAVEL (PUY-DE-DÔME)

PAR **Pierre Marty**¹.

En 1912, M. Ph. Glangeaud, professeur de Géologie à l'Université de Clermont-Ferrand, m'a fait l'honneur de me confier la détermination d'un lot de plantes fossiles figurant parmi les matériaux dont s'enrichissent, chaque jour, les collections de son laboratoire. Au nombre de ces empreintes végétales se trouve une espèce du gisement du Ruchard, dans les grès de Ravel, espèce très intéressante comme étant représentée à la fois par divers organes, mais dont le rattachement à un genre actuel m'avait d'abord semblé si difficile que j'ai cru prudent d'en remettre la détermination au jour où des circonstances favorables me permettraient de savoir nettement sa véritable place systématique.

Ces circonstances paraissant s'être produites, je me propose de la décrire dans la présente note.

Avant, toutefois, d'en aborder l'étude, je crois nécessaire de rappeler brièvement ce que M. Jean Giraud² nous a fait connaître touchant l'âge et la géologie des grès de Ravel, localité du Puy-de-Dôme située à l'Est de Clermont-Ferrand, entre Billom et Lezoux.

Les lagunes qui avaient, dès la fin de l'Éocène et au cours du Sannoisien, envahi le Plateau Central, s'approfondissent dans la Limagne au Stampien inférieur, où il se forme un véritable géosynclinal, comblé par d'épais sédiments. Sur la rive droite de l'Allier, à Orsonnette, Nonette, Lamontgie, aux Pradeaux, ces lagunes renferment *Potamides arvernensis*, *P. Lamarcki*, etc. Par suite de l'affaissement général du sol, elles s'étendent en transgression sur toute la Limagne méridionale. Elles recouvrent entièrement la région occupée par les nappes d'eau sannoisiennes et s'étendent bien au delà, sur le granite ou les schistes cambriens.

1. Note présentée à la séance du 17 mai 1915.

2. JEAN GIRAUD. Etudes géologiques sur la Limagne (Auvergne), Paris, Beaudry, 1902.

Suivant une dépression déjà esquissée à la fin du Sannoisien supérieur, et probablement située un peu à l'Ouest de la Limagne actuelle, elles atteignent le bassin d'Ebreuil. Dans la Limagne proprement dite, elles recouvrent toute la région comprise entre Issoire, Vic-le-Comte et Clermont. Des lagunes tran-



FIG. 1. — FEUILLES de *Magnolia Laurenti* des arkoses de Ravel (gr. nat.).

quilles persistent ensuite et déposent, suivant les points, des marnes et calcaires gypsifères, avec *Potamides Lamarcki* (Corent, Sainte-Marguerite) ou des calcaires et marnes d'eau douce à *Cypris* et *Limnæa* cf. *Brongniarti*. De cette époque datent les gisements de Vertébrés d'Orsonnette, Lamontgie, Bansat, les Pradeaux, le Chaufour, Saint-Germain-Lembron, Boudes, Antoingt, Vodable, Solignat, Perrier, à *Gelocus communis* (?), *Anthracotherium magnum*, *Dremotherium Fei-*

gnouxi, *Amphitragulus*, *Didelphis arvernensis*, *Hyænodon*, etc. Les Mollusques sont, outre les espèces déjà citées, *Cerithium plicatum*, *Cyrena semistriata*, *Hydrobia Dubuissoni* et *Helix aquensis*.

« La colline de Ravel — dit M. Giraud (*loc. cit.*) — émerge des argiles sableuses qui l'entourent à l'Est, au Sud et au Nord, tandis qu'à l'Ouest des alluvions épaisses recouvrent sa base. La colline tout entière est formée par des grès jaunâtres, des arkoses, des sables et quelques lits de marnes sableuses. Sur le versant occidental, ces assises détritiques ont une épaisseur de près de 100 mètres. On peut les étudier facilement dans le chemin qui va de Ravel à la Morille. Un peu plus loin vers le Nord à la hauteur de Poulou, les couches inférieures sont bien apparentes, les sables et les argiles y sont plus développés.

« Mais c'est surtout sur le versant oriental que les arkoses sont exploitées comme pierre de construction. De grandes carrières les entament, près de la route de Lezoux à Courpière, vers la bifurcation de la route qui va à Bort. Ce sont des grès arkosiques assez grossiers, plongeant légèrement vers l'Est. Au Boursis ils sont aussi exploités. On y remarque des lits ligniteux. Les plantes sont d'ailleurs assez nombreuses dans ces grès. Lecoq y cite des empreintes de Charme, de Châtaignier et surtout d'un Noyer voisin des espèces américaines (g. *Engelhardtia*)¹. M. Julien signale *Betula Dryadum*. Il existe plusieurs collections locales qui n'ont pas encore été étudiées ».

Ainsi, le gisement de Ravel date du Stampien inférieur, c'est-à-dire de l'époque de la plus grande transgression saumâtre de l'Oligocène dans le Plateau Central de la France.

J'en viens à la description des fossiles qui font l'objet de la présente note. Il s'agit de nombreuses feuilles et d'un appareil floral, qui repose, sinon en connexion, du moins en juxtaposition avec une de ces feuilles, sur une même plaque de grès.

Les feuilles (fig. 1 et 2) mesurent de 6 à 10 cm. de long sur 2 à 6 cm. de large. Apparemment glabres sur les deux faces, elles sont gaufrées selon l'axe des nervures secondaires. Elles présentent un contour elliptique ou obovale, parfois lâchement et obscurément ondulé, un peu rebordé en dessous. Le sommet se termine par un apex brusque et émoussé. La base peut être ou un peu décurrente ou arrondie, voire légèrement cordiforme. Forte, la nervure médiane est souvent arquée. Les nervures secondaires sont ordinairement au nombre de 10 à 12 paires, mais peuvent

1. Contrairement à l'assertion de Lecoq, les *Engelhardtia* appartiennent à la région tropicale de l'Asie. Un genre voisin, *Oreomunnea*, habite, il est vrai, l'Amérique centrale (BERRY, *Geological History of the Walnuts and Hickories*, Washington, 1914).

être moins nombreuses. Elles sont plus souvent alternes qu'opposées.

Leur angle d'émission oscille autour de 45° . Dans les feuilles étroites, cet angle varie peu, de la base au sommet. Dans les feuilles larges, presque droit à la base, il devient de plus en plus aigu à mesure qu'il se rapproche du sommet. Les nervures

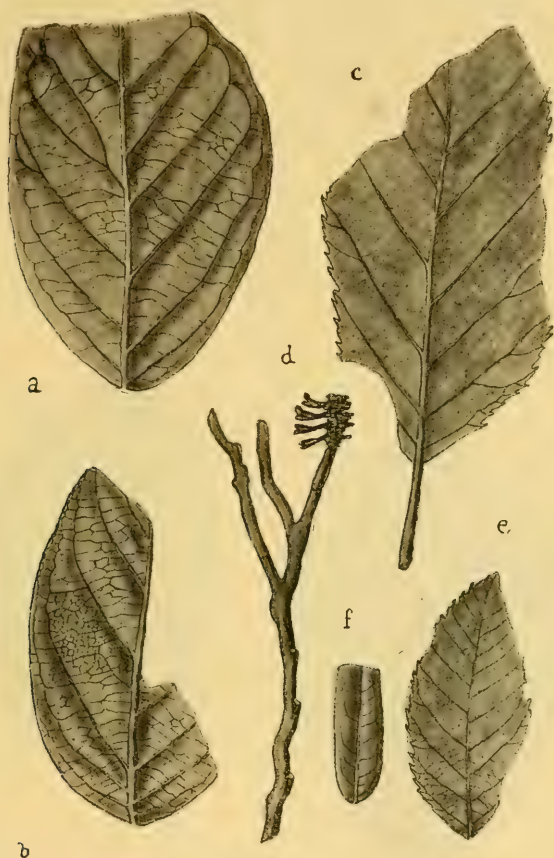


FIG. 2. — a, b, *Magnolia Laurenti*; c, d, e, *Alnus prisca* SAP.; f., *Quercus elæna* UNG. — Arkoses de Ravel (gr. nat.).

secondaires sont plus espacées entre elles vers le milieu de la feuille, plus voisines aux deux bouts. Celles qui sont émises aux extrémités de l'organe restent entières sur tout leur parcours. Celles qui arrivent à la marge vers le milieu de cette dernière, au moins pour une ou deux paires, se bifurquent nettement en deux branches d'égale épaisseur, dont l'inférieure se rabat sur la

supérieure de façon à délimiter avec elle une sorte de triangle. Dans le tiers inférieur de la feuille, les nervures secondaires se raccordent entre elles, le long de la marge, par une série d'élégants arceaux décroissants. Dans le tiers supérieur, l'aire circonscrite par deux nervures de second ordre immédiatement consécutives, a la forme d'un plein cintre. Il existe parfois, mais rarement, entre les nervures secondaires, des intercalaires courtes. Le réseau tertiaire est formé de veinules flexueuses, simples ou bifurquées, qui, au lieu d'être transverses, — soit perpendiculaires aux secondaires entre lesquelles elles s'interposent — présentent cette particularité de décrire, vues de la médiane, un angle aigu avec l'inférieure, un angle obtus avec la supérieure de ces deux nervures secondaires immédiatement successives. Le réseau ultime, rarement visible à cause du peu de finesse du sédiment qui moule ces empreintes, est formé de nervilles capricieuses, qui délimitent des mailles polygonales et sensiblement isodiamétrales.



FIG. 3. — *a*, *Magnolia Soulangiana* HORT. ; *b*, *Magnolia Yulan* DESF. (gr. nat).

La richesse des éléments diagnostiques qui caractérisent ces feuilles est, on le remarquera, de nature à permettre une comparaison très complète avec des feuilles vivantes ; de sorte que, si de cette comparaison ressort une identité sensible des éléments

rapprochés terme à terme, la détermination proposée aura une grande valeur de probabilité.

Il nous reste, avant de tenter cette comparaison, à décrire l'inflorescence rapportée, par un postulat provisoire, à la même espèce.

C'est l'empreinte en creux de la cavité laissée par la décomposition et la disparition de l'organe, après moulage de la face externe de celui-ci dans le sédiment enrobeur (fig. 4).

Long de 4 cm., large de 1 cm. et demi dans son plus grand diamètre, l'organe en question affecte la forme d'une massue renversée, c'est-à-dire d'une sorte de sphère que prolonge un cône aigu, la partie renflée représentant environ un tiers de la longueur totale.

La sphère proximale, ou renflement charnu de l'axe, montre à sa base les traces assez vagues de lames scarieuses appliquées contre sa surface. L'on peut y voir les vestiges des pièces d'un périanthe. Vers le haut de la sphère, on distingue de petites dépressions circulaires qui sont probablement les cicatrices d'insertion de filets staminaux. Il semble même qu'on aperçoive encore la base de quelques-uns de ces filets, à droite et à gauche, vers le haut de la sphère qui, dans cette interprétation, serait l'androcée de l'inflorescence. Cet androcée est séparé du gynécée qui le surmonte et constitue le cône distal, par une sorte d'étranglement diaphragmé, rendu un peu oblique par un accident de fossilisation. Au-dessus, et le long de l'axe s'insèrent, en hélice, 16 corps fusiformes, ascendants, appliqués les uns contre les autres, diminuant de taille à mesure qu'ils sont plus voisins du sommet. Je les considère comme des carpelles.

Ce fossile est ici reproduit photographiquement pour la bonne règle ; mais j'en donne aussi un dessin, tenant ce mode graphique de reproduction comme le plus démonstratif en paléontologie végétale (fig. 5).

Il convient de comparer les feuilles et l'inflorescence qui viennent d'être décrites avec un certain nombre d'organes vivants et similaires. Les analogies constatées indiqueront la place systématique de ces fossiles, en vertu de l'axiome — acceptable lorsqu'il s'agit d'une période relativement récente — que ressemblance implique parenté.

Mais tout d'abord, et conformément aux principes de déterminations paléobotaniques magistralement établis par M. Laurent¹, doivent être séparés des caractères accessoires et variables

1. L. LAURENT. Flore pliocène des cinérites du Pas-de-la-Mougudo et de Saint-Vincent-la-Sabie, Cantal, p. 75 et suivantes. *Annales du Muséum d'Histoire naturelle de Marseille*, 1904-1905.

les caractères principaux et fixes, c'est-à-dire diagnostiques des feuilles de Ravel.

Celles-ci, rappelons-le, sont caractérisées par : une forme elliptique, un apex brusque, une marge entière, une base arrondie, une dizaine de paires de nervures secondaires émises sous un angle d'autant plus ouvert qu'elles sont plus près de la base. Les nervures secondaires arrivant à la marge au tiers inférieur de la feuille s'anastomosent entre elles par des aréoles progressivement décroissantes. Celles qui y arrivent au tiers médian se bifurquent de façon à délimiter entre leurs deux branches, recourbées l'une sur l'autre, un triangle. Celles qui y arrivent au tiers supérieur se rejoignent entre elles en formant des pleins cintres. Le réseau tertiaire, lâche, formé de veinules simples ou bifurquées, est oblique par rapport au réseau secondaire. Les mailles du réseau ultime sont isodiamétrales.



FIG. 4. — RÉCEPTACLE FLORAL DES
ARKOSES STAMPIENNES DE RAVEL.
(gross., 5/4).

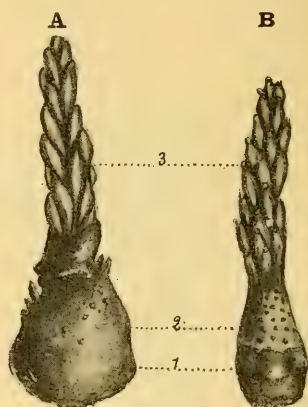


FIG. 5. — A, *Magnolia Laurenti*; B, *Magnolia Soulangeana*.
1, Péricarpe; 2, Androcée; 3, Gynécée.
(gross., 5/4).

Les feuilles d'un certain nombre de plantes de familles différentes sont superficiellement comparables à celles de Ravel.

Parmi les Laurinées, les feuilles du *Tetranthera apetalà* HORT., de l'Amérique centrale, ont la même forme générale, mais elles en diffèrent par des nervures secondaires moins nombreuses, plus remontantes le long de la marge, plus constantes dans leur type d'anastomose, enfin par un réseau tertiaire plus serré et plus régulièrement transverse.

Parmi les Sapindacées, les folioles de certains *Sapindus* sont assez voisines. Mais ce sont des folioles et non des feuilles, où le grand nombre des intercalaires se plaçant entre les nervures de second ordre, rend toute assimilation impossible.

Parmi les Artocarpées, *Artocarpus rigida* L., de l'Amérique tropicale, est également voisin de nos fossiles. Mais il s'en écarte radicalement par un réseau tertiaire à angle droit du réseau secondaire, au lieu de lui être oblique, et par le fait que l'émission des secondaires s'opère, dans les feuilles de cet *Artocarpus*, sous un angle d'autant plus aigu qu'elles sont émises plus près de la base, alors que le contraire a lieu dans les feuilles de Ravel.

Par éliminations successives et de plus en plus serrées, le champ des recherches se restreint à certains *Juglans*, à certains *Anona* et à certains *Magnolia*, ces deux derniers genres étant, d'ailleurs, assez voisins l'un de l'autre.

Les folioles terminales de *Juglans regia* L., concordent bien, par l'ensemble de leurs détails, avec les feuilles de Ravel. Mais, chez elles, le réseau tertiaire présente cette particularité d'être perpendiculaire aux nervures de second ordre. Et, comme celles-ci, à la base des folioles du noyer, sont émises à angle droit, il en résulte que, dans cette partie de l'organe, les veinules tertiaires sont parallèles à la médiane. C'est là une disposition tout à fait caractéristique des folioles de *Juglans regia*, et qui suffit pour faire exclure de cette espèce les feuilles de Ravel.

A première vue, les ressemblances entre ces feuilles et celles d'*Anona cheirimolia* MILL., sont telles qu'on est tenté de conclure à l'identité. Mais l'analyse ne tarde pas à déceler des différences qui, pour être légères, n'en sont pas moins constantes et sensibles. La forme générale du contour, du sommet, la longueur relative du pétiole sont semblables, de même que l'allure du réseau tertiaire. Mais les différences qui résident dans le réseau secondaire s'imposent. Dans les feuilles de l'Anone en question, les nervures de second ordre sont en général au nombre de 14 paires, avec un espacement en progression croissante de la base au sommet. Enfin, le mode d'anastomose en aréoles de ces nervures est le même tout le long de la marge. Et, par ces trois caractères, la diagnose des feuilles d'*Anona cheirimolia* est incompatible avec celle des feuilles de Ravel, telle qu'elle a été tracée plus haut.

Au contraire, l'examen des feuilles de plusieurs *Magnolia* montre, entre elles et les fossiles, des identités presque absolues, suffisantes en tout cas pour autoriser le rattachement à ce genre

des empreintes recueillies dans les arkoses. Ici encore, d'ailleurs, quelques éliminations préalables s'imposent. C'est d'abord celle des feuilles de forme aberrante, comme le *Magnolia Fraseri* WALT. C'est ensuite celle des *Magnolia* à feuilles coriaces, persistantes, dont le principal représentant est le *M. grandiflora* L. et qui, par leur nervation secondaire presque exclusivement monotype, tout le long de la marge, s'écartent des trois modes anastomotiques des nervures latérales du fossile de Ravel.

Nous sommes ainsi amenés à le comparer avec les *Magnolia* à feuilles caduques et particulièrement avec les *M. cordata* MICHX. et *M. acuminata* L., de l'Amérique du Nord, ainsi qu'avec les *M. Soulangeana* HORT. et *M. Yulan* DESF., de la Chine. Les deux espèces américaines doivent être écartées à cause de la forme plus longuement acuminée, moins brusquement rétrécie en apex, à cause de la base plus décurrenente de leurs feuilles, ainsi que du parallélisme que toutes les nervures secondaires de celles-ci présentent entre elles, depuis la base jusqu'au sommet de l'organe.

Restent les *M. Soulangeana* et *M. Yulan*. Ces deux espèces sont d'ailleurs très voisines. Certains botanistes font du premier une simple forme jordanienne du second, tandis que d'autres y voient un hybride du *M. Yulan* et du *M. discolor* VENT., du Japon.

Le *M. Soulangeana*, à peine distinct de l'espèce de Ravel, s'en écarte seulement par des feuilles plus longuement atténuées à la base, un parallélisme plus complet des nervures secondaires entre elles, et surtout par l'allure plus capricieuse du réseau tertiaire de ces feuilles.

Au contraire, la ressemblance entre les feuilles de Ravel et celles de *M. Yulan* est si étroite que — n'étant ce qu'il y a d'improbable à admettre qu'une forme encore actuelle ait été fixée dans ses traits spécifiques dès le Stampien — on serait tenté de conclure à l'identité. Les figures qui accompagnent la présente note dispensent d'insister sur ces étroites analogies. A peine pourrait-on, comme nuance différentielle, indiquer une allure plus nettement transverse des nervures tertiaires dans les feuilles de *M. Yulan* que dans celles du *Magnolia* de Ravel.

Ainsi donc, par ses feuilles, ce *Magnolia* fossile est une forme très voisine du *M. Yulan* actuel de la Chine.

L'examen de l'inflorescence qui accompagne les feuilles infirmera ou confirmera cette proposition.

Trouvant un organe juxtaposé à une feuille attribuée au *Magnolia* en question, ma première pensée a été, en effet, et

naturellement, de rechercher s'il n'est pas préférable au même genre.

Dans le genre *Magnolia*, le périanthe est formé par 2, 3 ou 4 verticilles de folioles ; le plus externe de ces verticilles représente le calice, composée de 3 sépales plus ou moins pétaloïdes et qui, dans *Magnolia Yulan*, peuvent devenir tout à fait identiques aux pétales. La corolle est, le plus souvent, formée par 6 pétales, disposées en 2 verticilles ou davantage. Au centre de la fleur, sur le réceptacle, qui s'élève en cône plus ou moins allongé, s'insèrent, suivant une ligne hélicoïdale continue, étamines et carpelles. Les étamines sont introrsées. Les carpelles, également en grand nombre, renferment, dans un ovaire uniloculaire comprimé, un ou deux ovules anatropes. A la maturité, le réceptacle s'allonge et, sur lui, sont disposées de petites capsules à parois sèches, provenant de la transformation des carpelles ; elles s'ouvrent par une ligne de déhiscence, suivant la suture dorsale, laissant pendre au dehors les graines attachées aux placentas par un long funicule.

Tous les détails visibles de l'organe fossile de Ravel concordent avec cette description. Il suffit d'en relire la diagnose pour le constater. Cette identité s'impose plus encore quand on compare le fossile avec les figures schématiques d'inflorescences de *Magnolia* que donne Baillon dans son « Traité de Botanique médicale » (p. 111, fig. 218) et avec l'appareil floral de *Liriopsis Figo*, reproduit, d'après cet auteur, par de Saporta et Marion, à la page 77, tome II, de leur « Evolution du règne végétal ».

Frappé de ces ressemblances, j'ai soumis à deux botanistes habiles l'hypothèse que le fossile de Ravel pouvait être un organe reproducteur de *Magnolia*. Mais ils m'ont, l'un et l'autre, fait la même objection : « ou cet organe est une fleur, et, dans ce cas, les pièces de périanthe envelopperaient l'androcée et le gynécée de façon à les rendre invisibles ; — ou cet organe est un fruit, et, dans ce cas, on devrait y retrouver les graines attachées aux carpelles par de longs funicules — ce qui n'est pas ».

Cette objection spécieuse m'en a, d'abord, imposé. Mais je me suis souvenu que les botanistes voient souvent les plantes à travers des souvenirs d'herbiers dans lesquels les organes reproducteurs sont presque toujours représentés au stade fleur ou au stade fruit, rarement aux états intermédiaires, qui existent pourtant. Et je résolu, pour vérifier ma supposition, de suivre, *in vivo*, l'évolution d'un groupe d'organes végétatifs de *Magnolia*. Mes investigations ont porté sur une vingtaine de pieds de *Magnolia Soulangiana*, simple forme, on le sait, de *M. Yulan*. Voici ce que j'ai constaté :

Dès le milieu de l'hiver, vêtus du chinchilla de leurs bractées soyeuses, les bourgeons floraux commencent à se gonfler de sève. Au premier souffle du printemps, en février parfois, ils s'ouvrent ; et, avril venu, de grandes fleurs blanches, lavées de pourpre, s'épanouissent, précédant de quinze jours l'éclosion des feuilles. A partir de ce moment, si aucun trouble climatérique ne survient, l'anthèse suit son cours, les ovules sont fécondés et, au début de l'automne, les axes fructifères se couvrent de baies d'un rouge vif, contenant chacune une graine lenticulaire, de consistance et de couleur cornées.

Il est évident que les fruits du *Magnolia Soulangiana* parvenus à cet état n'ont aucune ressemblance avec le fossile de Ravel, pas plus que n'en ont les fleurs de cette espèce, aux organes sexuels enveloppés dans un large perianthé.

Mais l'évolution ne se produit pas toujours de cette façon normale, loin de là.

Avril, époque de la floraison du *Magnolia Soulangiana*, est un mois au climat variable. Les gelées y sont fréquentes, fréquents aussi les chauds coups de vent du sud. Les uns et les autres produisent le même effet, celui de détruire les étamines et, par là, d'empêcher la fécondation. Dès lors, voici ce qui se passe :

Les pièces du périanthe se flétrissent et tombent, ainsi que les filets staminaux. La partie de l'axe floral correspondant aux sépales, aux pétales et à l'androcée, lequel, chez le *Magnolia Soulangiana*, présente la forme d'une sphère, se développe encore, prend une consistance spongieuse. Le cône de carpelles qui la surmonte se sclérose peu à peu jusqu'à acquérir la dureté du bois. Puis l'organe commence à se détacher de son pédoncule et, vers le mois de juin, tombe au pied de l'arbre. Le sol est alors souvent jonché de ces organes avortés et ligneux, donc éminemment fossilisables. J'ai montré ailleurs ¹ que ce phénomène se produit dans les mêmes conditions, et avec la même abondance, pour certaines Rosacées, Pommiers, Cerisiers, etc.

La figure 5, qui accompagne la présente note, est dessinée à la chambre claire d'après le moule en creux d'un de ces fruits avortés de *Magnolia Soulangiana*. L'identité avec le fossile de Ravel figuré en regard me paraît assez complète pour légitimer l'assimilation proposée plus haut. Elle permet, je crois, de conclure que le fossile en question est le fruit avorté, à mi-évolution entre l'anthèse et la maturité, d'un *Magnolia* très voisin des *M. Soulangiana* et *M. Yulan*, arbrisseaux tortueux, à feuilles caduques du Japon et de la Chine.

1. PIERRE MARTY. Flore miocène de Joursac, Paris, Baillière, 1903.

Tout au plus peut-on signaler comme faible différence entre l'organe fossile et les organes vivants similaires, un renflement de l'androcée un peu plus prononcé chez le premier, ce qui tient sans doute à la compression exercée par le sédiment sur une masse de consistance spongieuse. Il convient d'ajouter que les stigmates des carpelles ne sont pas visibles dans le fossile alors qu'ils le sont dans les organes vivants. Mais le manque de finesse de la roche a peut-être empêché le moulage de ces organes délicats. Pour légères qu'elles soient, ces différences interdisent pourtant d'inscrire le fossile de Ravel sous le nom spécifique d'un des *Magnolia* qui viennent de lui être comparés. Et, comme je ne connais, d'autre part, aucune forme paléontologique qui lui soit strictement assimilable, je crois devoir en faire une espèce nouvelle que je suis heureux de dédier, en témoignage de grande amitié et de haute estime confraternelle, au savant auteur des flores fossiles de Marseille, de Célas, de Ménat et des cinérites du Cantal, M. le professeur Louis Laurent.

Groupant dans cette même espèce le fruit et les feuilles qui viennent d'être décrits, j'en propose la diagnose suivante.

Magnolia Laurenti n. sp. — *Illæ specei inflorescencia fructificationis instrumentum inter floris anthesim maturitatemque fructu abortivum præbet. Inversæ clavæ formam hoc instrumentum exhibit, cujus pars infera, sphæriciter dilatata, fragmenta calycis aut corollæ, ut videtur, et item cicatrices circulares et fragmenta staminum, pars superna, turbinata, 16 semines fusiformes gerunt.*

Elliptica aut obovata, folia basim rotundata sont, decurrentesve, apice breviter apiculata, secus marginem integra aut parum undulata. Petiolus brevis. Nervus medius robustus, strictus aut falcatus. Nervii secundarii utrinque 10-12, oppositi aut plerumque alterni, arcuati, sub angulo circiter 45° emissi. Angulus ille plus deorsum versus quam sursum appertus est. Extremitatibus folii plus quam in mediam partem densi sont nervi secundarii. Apud marginem folii mediæ partis bifurcati, inter furcæ ramos aream triangularem circumscribent. In inferam partem marginis areolatim, arcuatim in partem supernam nervorum secundariorum junctio efficitur. Simples aut furcati, nervi tertiarii oblique percurrent inter secundarios, maculis isodiametris polygonisve constitutum est reticulum ultimum.

Tam foliis quam fructibus, illa species Magnoliam Yulan, arbusculam sinensem, prope accidit.

Il a été dit que le *Magnolia* de Ravel ne paraît strictement

assimilable à aucune forme fossile explicitement rapportée à ce genre. C'est une proposition qu'il reste à justifier.

Le genre *Magnolia* est un des plus répandus dans le passé. Déjà très abondant au Crétacé, surtout aux États-Unis, on le rencontre jusque dans le Pliocène d'Europe. Les feuilles coriaces du type *M. grandiflora* L., étant, par leur nature même, les plus aptes à la fossilisation, ce sont elles qui ont été recueillies en plus grand nombre. A ce type se rapportent les *M. Ingelfieldi*, *M. Capellinii*, *M. alternans* HEER de la craie arctique, auxquels M. Fritel a consacré un travail de revision et de synthèse. Au même niveau, du gisement d'Atané, Heer a décrit le *M. Nordenskioldi* et le *M. primigenia* UNG., qui n'ont aucun rapport avec le fossile de Ravel. Le *M. Wormskioldi* H., d'Unartok est du type *M. Isbergiana* H. Le *M. crassifolia* GOEPP., de Piulasok, a des feuilles à base cordée. Le *M. regalis* H. est une grande feuille sans caractère. Le *M. Ingelfieldi* H., d'Atané a des feuilles du type *M. grandiflora*. HEER figure, en le rapportant à cette espèce, le gynécée d'un cône au même stade de développement que celui de Ravel. Les deux figures concordent bien. On y voit des carpelles fusiformes, ascendants, appliqués étroitement l'un contre l'autre et formant hélice autour d'un axe central. Schimper admet la légitimité de l'attribution générique proposée par Heer. Le *M. Isbergiana* d'Igdlokunguak présente des feuilles à base tronquée. Le pétale signalé par Hollick du Crétacé du Kansas, sous le nom de *M. palæopetala* est du type *M. grandiflora*. Dans le Cénomanien du « Raritan formation », le *M. Newberryi* BERRY, a des feuilles ovales, alors que celles de Ravel sont elliptiques ou obovales. Les feuilles des *M. longipes* NEW., et *M. Boulayana* LESQ. sont plus étroites, plus allongées, à pétiole plus long. Le *M. speciosa* H. se rapproche assez du *M. Laurenti*, mais ses feuilles, elles aussi, sont obovales, avec un apex beaucoup plus prolongé. Le *M. Woodbridgensis* HOLL., semble plutôt, à en juger par le réseau tertiaire de ses feuilles, appartenir aux genres *Myrsine*, *Ardisia* ou *Pleiomneris*. Le *M. Hollicki* BERRY, est du groupe *M. Fraseri* WALT. Le *M. Lacœana* LESQ. est peu caractérisé. Le *M. magnifica* DAWSON, de la Colombie anglaise, est du type *M. grandiflora*. Le *M. obtusata* NEW., du Nebraska, ressemble au *M. purpurea* de la Chine ; la nervation tertiaire de ses feuilles est très différente de celle des feuilles de Ravel. Le *M. pseudo-acuminata* LESQ. diffère de ces dernières par des feuilles à base plus acuminée et le *M. Ingeni* HOLL. est, lui aussi, du type *M. grandiflora*. C'est également à ce type que se rapporte le *M. Delgadoi* SAP., du Crétacé du Portugal. Les *M.*

speciosa et *amplifolia* H., de Molettein sont comparés par l'auteur de ces espèces aux *M. acuminata* et *obovata*. Assez voisins du *M. Laurenti*, ils en diffèrent par des feuilles beaucoup plus grandes, plus atténuées aux deux bouts. Le *M. telonensis* SAP., enfin, des environs de Toulon, est tout à fait différent de notre fossile.

Du Paléocène de Sézanne, de Saporta a décrit le *M. inæqualis*, qui est encore du type *M. grandiflora*. Au même niveau, le *M. meridionalis* SAP., de Saint-Gély, dans l'Hérault, est très autre que celui de Ravel.

Les formes éocènes sont assez nombreuses. Lesquereux signale, aux Etats-Unis, *M. Lesleyana* LESQ. et *M. tenuinervis* LESQ. Le premier présente des feuilles plus décurrentes à la base que celles du *M. Laurenti*. Le second en est beaucoup plus voisin, mais ses feuilles sont plus longues par rapport à leur largeur. En France, à Silly-la-Poterie, M. Fritel a fait connaître l'existence du *M. inæqualis* SAP. Le *M. prisca* WAT., du Bassin de Paris, rappelle le fossile de Ravel par la forme générale de sa feuille ; mais la figure de Watelet est trop mauvaise pour permettre une comparaison correcte. Le *M. Cazenavei* de Passignac, décrit par M. Langeron dans un excellent mémoire, se rattache évidemment au *Michelia champaca*. Le *M. Ligerina* SAP. des arkoses de Brives n'a rien de commun avec celui des arkoses de Ravel. En Italie, le *M. Hoffmanni* LUDW., découvert par M. Squinabol à Novale, est douteux.

Dans l'Oligocène, nous trouvons le *M. crassifolia* GÖPP. des lignites de Silésie, dont les feuilles sont beaucoup plus allongées, beaucoup plus riches en nervures secondaires que celles de Ravel. Les *M. Dianæ* et *M. primigenia* UNG. de Radoboj sont du type *M. grandiflora*, de même que le *M. longepetiolata* ETT. de Bilin et de Kutschlin et le *M. cyclosum* WEB. de Grasse, tandis que le *M. attenuata* WEB. des lignites inférieurs du Rhin est du type *M. acuminata*. Enfin, le *M. Dianæ* UNG. d'Aix se confond avec celui de Radoboj.

Parmi les formes miocènes de *Magnolia*, on peut citer, du Kansas, le *M. Hildgardiana* LESQ. dont les feuilles se distinguent de celles du *M. Laurenti* par leurs nervures secondaires plus nombreuses ; le *M. laurifolia* LESQ. dont les feuilles sont spatulées ; le *M. Lesleyana* LESQ. qui est du type *M. umbrellæ*. Par contre, le *M. ovalis* LESQ. semble se rattacher au *M. Laurenti* par ses feuilles plutôt membraneuses que coriaces, à pétiole court, à limbe largement ovale obtus, à base arrondie, brièvement décurrente, par ses nervures secondaires espacées. Mais il

en diffère par le sommet de la feuille, qui n'est pas apiculé. Le *M. cordifolia* LESQ. est du type du *M. cordata*. En Wettéravie, nous trouvons le *M. Hoffmanni* LUDW. qui diffère du *M. Laurenti* par des feuilles longuement et progressivement atténuées aux deux bouts. Le *M. Ludwigi* ETT. du même gisement, s'en écarte pour la même raison. Enfin, le *M. Morisii* MASS. de Senigallia est du type *M. grandiflora*.

Dans les graviers aurifères et pliocènes du Colorado, les *M. californica* et *lanceolata* HEER sont différents de celui de Ravel. Le premier montre des feuilles à nervures secondaires émises sous un angle plus ouvert, à nervures tertiaires plus perpendiculairement transverses. Le second est du type *M. acuminata*. C'est à ce type que se rattache, sur le même étage, le *Magnolia* que j'ai signalé du gisement de Lasclausades, dans le Cantal et le *Phyllites magnoliæformis* LAURENT, du gisement voisin de la Mougudo. Enfin, le *M. grandiflora* L. est cité par M. Almera dans le Pliocène de Barcelone et c'est à ce type, si répandu dans le temps et dans l'espace, que se rattache le *M. fraterna* SAR. et MAR. de Meximieux.

J'ai gardé pour la fin de cette revision l'examen de trois feuilles fossiles décrites, les deux premières, sous le nom de *Phyllites ovatus*, la dernière sous celui de *Phyllites similis*, à la page 26, et figurées à la planche II de son mémoire « Die Versteinerungen des Braunkohlensandsteins aus der gegend von Altsattel in Böhmen » (Leipzig, 1840) par un très ancien paléontologiste, habile dessinateur, sagace et prudent, Rossmässler.

La coupure spécifique établie par l'auteur entre ces trois feuilles du Stampien d'Altsattel, dont je donne (fig. 6) une reproduction, est arbitraire, car leurs formes s'enchaînent parfaitement et les caractères diagnostiques restent identiques entre eux dans chacune d'elles. Ces caractères se retrouvent trait pour trait dans les feuilles de Ravel. L'examen comparatif des figures, que pourra faire le lecteur, me dispense d'y insister. Quelques légères différences doivent, cependant, être signalées. On trouve en moyenne deux paires de nervures secondaires de plus dans les feuilles de Ravel que dans celles d'Altsattel, et ces nervures sont moins flexueuses dans les premières que dans les secondes. Dans les feuilles de Bohême, les nervures tertiaires sont moins souvent bifurquées que dans celles d'Auvergne. Enfin, il semble que dans la seule feuille du *Phyllites ovatus* dont le sommet soit conservé, celui-ci montre un apex large, obtus et comme épaté, tandis qu'il est mince et brusquement saillant dans les feuilles du *Magnolia Laurenti*.

Il semble donc que, au moment où ce *Magnolia* vivait sur le bord des lagunes de la Limagne, une forme à peine distincte s'épanouissait sur celles des environs de Prague. Les espèces

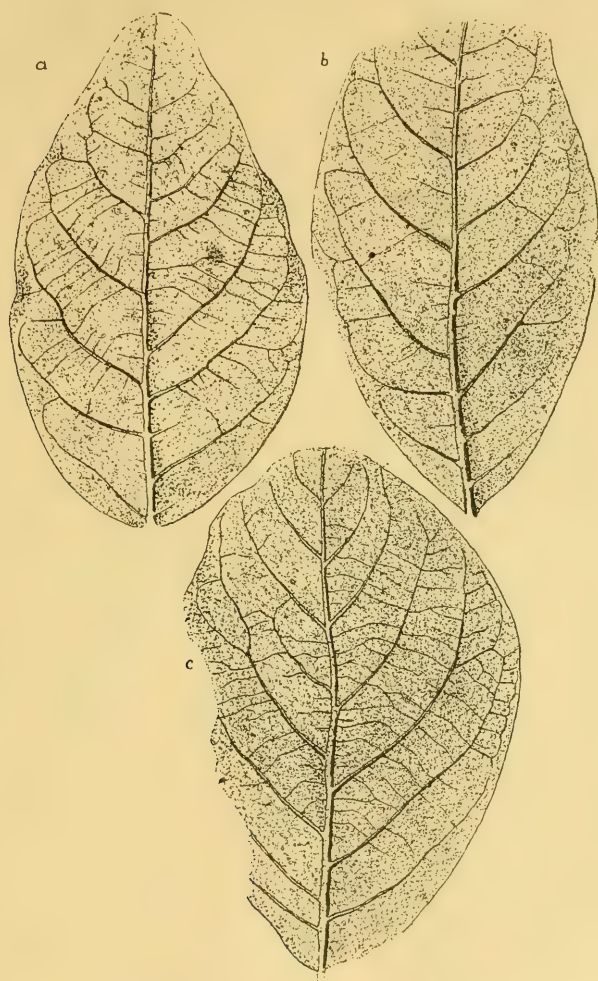


FIG. 6. — a, b, *Phyllites ovatus* Ross. ; c, *Phyllites similis* Ross. — Stampien d'Altsattel, d'après Rossmässler (réd., 3/4).

vivantes auxquelles Rossmässler compare son *Phyllites ovatus* sont *Vismea mexicana* SCHLECHT., *Tetranthera multiflora* BLUM., *Persea Borbonia* SPR. et surtout *Magnolia glauca* L.

J'ai cru devoir figurer, à titre documentaire, deux autres formes végétales, qui accompagnaient le *Magnolia Laurenti* dans

le lot d'empreintes soumises à mon examen par M. Glangeaud. Il s'agit d'un Chêne et d'un Aulne.

Le Chêne (p. 245, fig. 2, *f*) est représenté par la moitié inférieure d'une petite feuille à base arrondie, à bords parallèles, à marge rebordée, à nervure médiane forte, à nervures secondaires émises sous des angles très ouverts, recourbées l'une sur l'autre en plein cintre, comportant, entre chacune d'elles, une intercalaire. Des feuilles analogues se trouvent, parmi les espèces actuelles, dans les *Quercus confertifolia* H. et B., du Mexique, *Q. cinerea* MICHX., de la Louisiane, et surtout *Q. virens* AIR. des Etats-Unis. Parmi les fossiles, la feuille de Ravel se rattache, avec la plus grande certitude, au *Q. elæna* UNG., et principalement au type des arkoses éocènes de Brives et de l'Oligocène d'Aix et de Saint-Zacharie. C'est d'ailleurs une espèce très répandue dans l'espace et dans le temps.

L'Aulne (p. 245, fig. 2, *d, c, e*) est représenté par un strobile et par deux feuilles. Le strobile est cylindrique plutôt que conique, porté sur un pédoncule relativement épais. Ces caractères le rattachent aux Aulnes méridionaux de l'Eurasie. Les feuilles confirment ce rapport. Régulièrement elliptiques, atténuées aux deux bouts, longuement pétiolées, finement et irrégulièrement denticulées, portant 10 paires de nervures secondaires, entières vers le haut, plusieurs fois dichotomisées vers le bas, avec un réseau tertiaire à veinules minces, serrées, transverses, simples ou bifurquées, elles se confondent presque avec celles de l'*Alnus orientalis* DCN., de l'Asie-Mineure, et ressemblent plus encore à celles de l'*A. maritima* REG. et de sa variété *A. japonica* SIEB. et ZUC., dont le nom spécifique indique la patrie.

Au point de vue paléontologique, cet Aulne est identique à l'*A. prisca* SAP., du Sannoisien de Saint-Zacharie, lequel paraît être la forme ancestrale d'un Aulne non encore décrit que j'ai trouvé dans le Pontien du Cantal, à Joursac, de l'*A. occidentalis* RER., du Miocène supérieur de la Cerdagne, ainsi que de l'*A. stenophylla* SAP. et MAR. du Pliocène de Théziers, dans le Gard.

*
* *

En combinant les formes végétales signalées par Julien avec celles qui viennent d'être décrites ici, on peut dresser de la flore de Ravel le petit catalogue suivant :

Betula Dryadum BRONG.*Alnus prisca* SAP.*Carpinus* sp.*Castanea* sp.*Quercus elæna* UNG.*Magnolia Laurenti* MART.*Engelhardtia* sp.

Il est certain que des éléments aussi peu nombreux ne prêtent guère aux conclusions qu'on demande généralement à une étude de paléontologie végétale. On peut cependant tenter d'en dégager quelques-unes, mais en apportant à leur énoncé toutes les restrictions de prudence qu'implique cette pénurie de matériaux.

Elimination faite du Charme, du Châtaignier et de l'*Engelhardtia*, qui ne sont, jusque ici, déterminés que génériquement, la florule de Ravel, au point de vue chronologique, renferme une espèce, *Quercus elæna*, allant de l'Eocène au Miocène, trois espèces sannoisiennes ou stampiennes *Betula*, *Dryadum*, *Alnus prisca* et *Magnolia Laurenti*, si l'on admet la quasi-identité de cette espèce avec une forme d'Altsattel. C'est donc à la limite du Sannoisien et du Stampien que, en l'absence de tout autre document paléontologique plus probant, la seule florule de Ravel ferait classer les arkoses qui la renferment.

Au point de vue de la répartition actuelle des formes de ce gisement, nous arrivons aux constatations suivantes : le *Betula Dryadum*, analogue au *B. Bhojpaltra* WAL., l'*Alnus prisca* analogue à l'*A. japonica* SIEB. et ZUC., le *Magnolia Laurenti* analogue au *M. Yulan* DESF., enfin l'*Engelhardtia* sont des formes indiennes ou japonaises. Le *Quercus elæna* analogue au *Q. virens* est une forme des États-Unis. La florule de Ravel est donc d'affinités presque exclusivement asiatiques, avec un cinquième de formes américaines.

Il serait intéressant de poursuivre l'étude des fossiles de ce gisement, qui s'intercale entre ceux, géographiquement et chronologiquement voisins, de Menat et de Gergovie, le dernier relié lui-même, d'une façon étroite, aux flores miocènes et pliocènes du Mont-Dore, de l'Aubrac et du Cantal.

Un des buts les plus séduisants que se propose la paléontologie est d'enchaîner les divers groupes d'organismes qui, sur un point donné, se sont succédé dans le temps. Les flores fossiles de l'Auvergne forment un de ces enchaînements, et des plus riches. Il n'y manque, pour qu'il soit complet à travers toute l'étendue de l'ère tertiaire, que le maillon oligocène. Le savant qui explorera méthodiquement les arkoses de Ravel aura la certitude de combler cette lacune.

NOTE SUR LES MOLLUSQUES BRACHIOPODES DES FALUNS DE LA TOURAINE

PAR J. de Morgan¹.

TEREBRATULA HOERNESI SUESS.

1828. *Terebratula perforata* DEFRANCE, *ex parte*. Dict. des Sc. Nat. : L, III, p. 431.

— *Hoernesi* SUESS in Dreger. Tert. Brach. Wien, p. 188, pl. II, fig. 1-4 ; pl. III, fig. 11-12.

Gisements. — Louans, Noellet, Noyant-la-Gravoyère, Chazé-Henry (*Fide* G. Dollfus et Ph. Dautzenberg, *Journ. de Conch.*, 1901, n° 3). Pouancé, environs de Châteaubriant, Rennes, Saint-Grégoire, Gahard, Saint-Saturnin (G. Dollfus et Ph. Dautzenberg ; *Mem. Soc. géol. de France*, 1902, t. X, fasc. 2-3).

Je ne connais pas cette espèce des faluns de Pont-Levoy.

RHYNCHONELLA NYSTI DAVIDSON.

1874. *Rhynchonella Nysti* DAVIDSON, Tert. Brach. Belgium *Geol. Mag.*, I, p. 165, pl. VIII, fig. 17.

Gisements. — Savigné, Saint-Saturnin, Saint-Emy (*Fide* G. Dollfus et Ph. Dautzenberg, *Journ. Conch.* 1901, n° 3), Chazé-Henry (G. Dollfus et Ph. Dautzenberg ; *Mém. Soc. géol. Fr.*, 1902, t. X, fasc. 2-3).

Je ne connais pas cette espèce du bassin de Pont-Levoy.

THECIDEA ACUMINATA G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG.

1886. *Thecidea* n. sp. conf. *T. mediterranea* RISSO. DOLLFUS et DAUTZ. *Feuille des Jeunes Naturalistes* juin, p. 96.

1888. *Thecidea acuminata* D. D. DOLLFUS et DAUTZENBERG. *Descrip. Coq.* nouv. faluns Touraine, p. 1, pl. 1, fig. 1.

Gisements. — Miocène moyen ; Manthelan, Bossée, Pont-Levoy (coll. Dollfus et Dautzenberg de Morgan).

1. Note présentée à la séance du 15 avril 1915.

CISTELLA LÆVIGATA sp. n.

Coquille petite, lenticulaire, presque aussi large que longue, fragile, translucide, test perforé, sans aucune trace de sillon

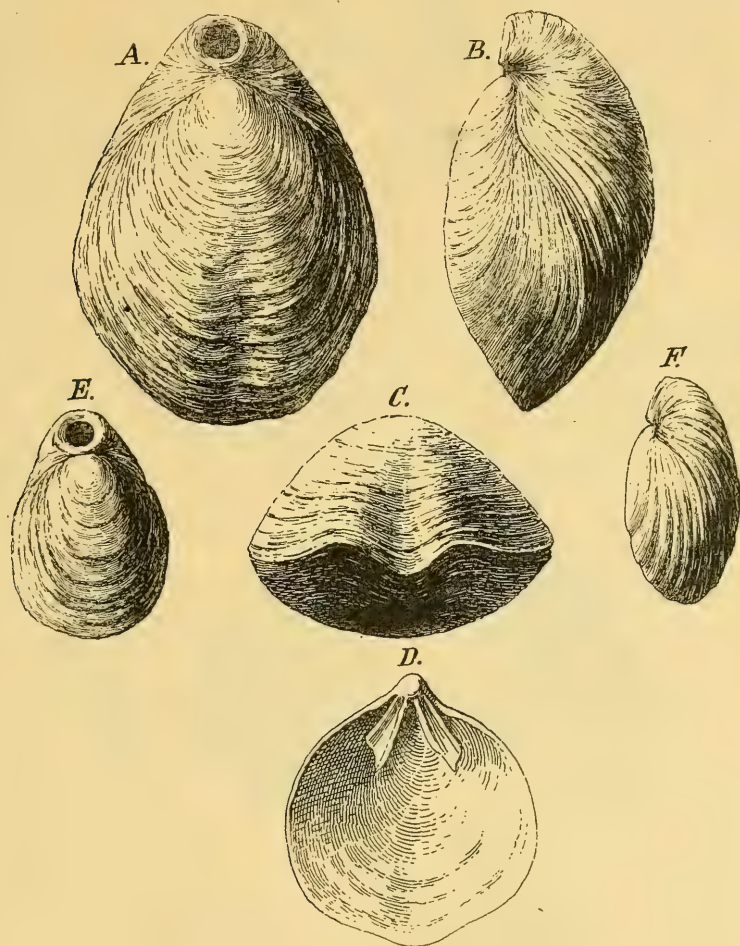


FIG. 1. — *Terebratulula Hoernesii* SUESS.

A, B, C, Noyant (coll. Dautzenberg) ; E, F, Chazé-Henry (coll. G. Dollfus) ; D, Noyant (coll. Dautzenberg). (Gr. nat.)

médian ni de côtes. Commissure des valves droite, area triangulaire très haute, percée d'un large foramen laissant voir la naissance du septum. Surface lisse, simplement marquée de lignes

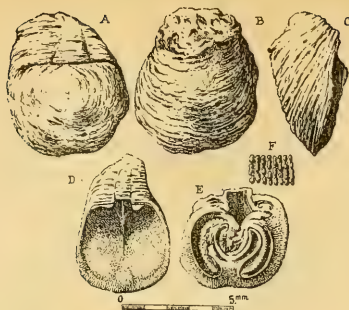


FIG. 2. — *Thecidea acuminata* D. D. Linières Ambillon (Maine-et-L.) (coll. Dautzenberg). — A-E, $\times 3$; F, $\times 8$.

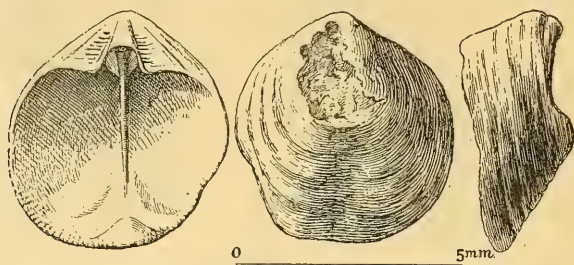


FIG. 3. — *Thecidea acuminata* D. D. Pont-Levoy (Charenton) (coll. de l'auteur). — $\times 6$.

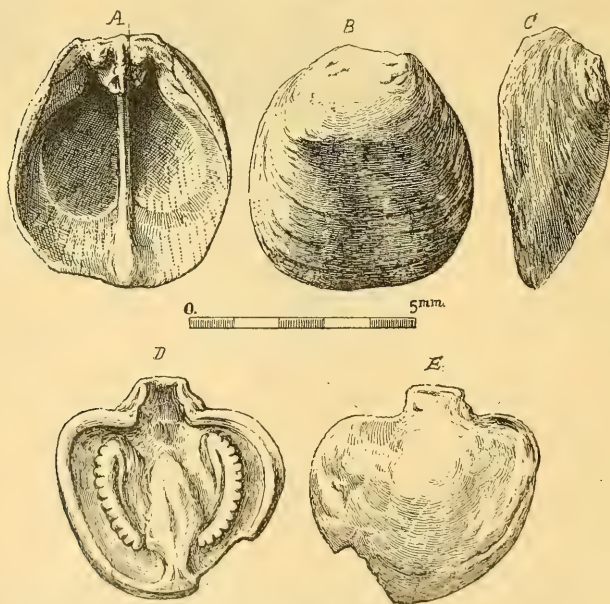


FIG. 4. — *Thecidea acuminata* D. D. Pont-Levoy (Charenton) (coll. Dautzenberg.) — $\times 6$.

d'accroissement très régulières et de bourrelets de croissance répartis assez régulièrement, montrant que dans son très jeune âge cette coquille débute en forme de disque parfait et que graduellement elle s'élargit sur les côtés et en avant pour prendre sa forme définitive. Les deux valves sont également bombées.

Intérieur de la grande valve divisée en deux parties par le septum médian caractéristique du genre, accompagnée des deux côtés de six tubercules (sur l'exemplaire figuré). Intérieur de la petite valve offrant la même disposition. Impressions en demi-cercle.

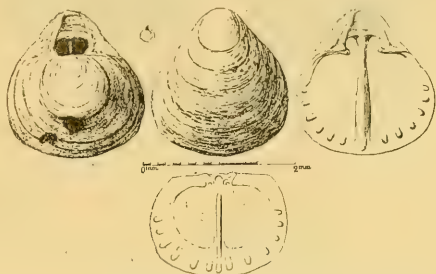


FIG. 5.— *Cistella laevigata* n. sp. — $\times 10$.

Cette espèce est assez voisine de *C. Mariæ*, dont la description suit : mais elle

s'en distingue par l'absence totale du sillon médian et des côtes atténuées qui ornent cette dernière espèce. Elle diffère de *C. Neapolitana* SCACCHI par sa forme générale et par l'absence du sillon médian.

Dimensions. — Longueur : 1 mm. 925. Largeur : 1 mm. 800.

Gisement. — Vallon de Charenton, près de Pont-Levoy. Cette coquille est extrêmement rare (coll. de l'auteur).

CISTELLA MARIÆ n. sp.

Coquille petite, triangulaire, déprimée, aussi large que longue, test perforé. Surface lisse dans le jeune âge, muni en son milieu d'un large sillon débutant de bonne heure et ornée, à l'état adulte, de petites côtes atténuées, en nombre variable, séparées entre elles par des sillons peu profonds. Stries d'accroissement régulières, très nettes, bourrelets épais, irrégulièrement répartis, montrant les principales phases de la croissance. Area triangulaire très haute, presque entièrement occupée par un foramen triangulaire très large qui laisse voir la naissance du septum. Commissure des valves infléchie sur les côtes. Grande valve déprimée, petite valve légèrement bombée.

Intérieur de la grande valve munie d'un septum très développé et, sur les bords, d'un nombre variable de tubercules. Intérieur

de la petite valve également muni d'un septum très saillant et de tubercules. Impression hémicirculaire.

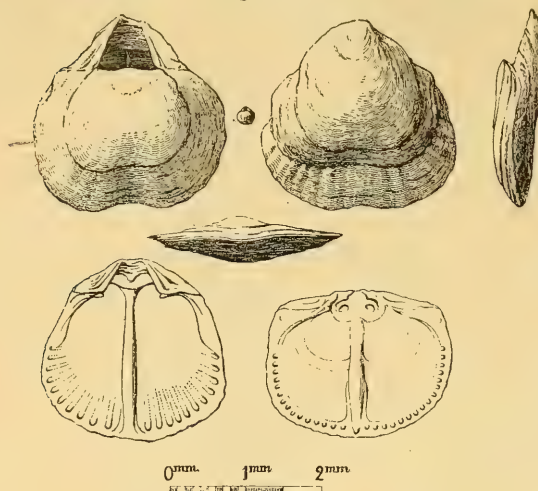


Fig. 6. — *Cistella Mariæ* n. sp.

Cette espèce se rapproche de quelques-unes des variétés *C. Neapolitana* SCACCHI, mais en diffère par sa dépression médiane qui est constante et très nette, ainsi que par les plissements de la surface en côtes très atténuées et nombreuses. Elle se sépare de *C. Cistellula* WOOD, par les plissements de sa surface ainsi que par sa forme générale beaucoup plus allongée. L'espèce de Wood

étant très large, peu haute et présentant une surface lisse ornée seulement de bourrelets d'accroissement. Parmi les espèces fossiles nous n'en connaissons aucune qui puisse lui être comparée.

Dimensions. — Longueur 2 mm. 600. Largeur 2 mm. 550. Epaisseur 0 mm. 600.

Gisement. — Cette petite espèce est abondante dans les sables fins du vallon de Charenton près de Pont-Levoy (coll. de l'auteur).

CISTELLA PLICATA n. sp.

Coquille petite, transverse, déprimée, arrondie, presque aussi large que longue. Test perforé, surface ornée de six gros plis arrondis se correspondant sur les deux valves, séparés entre eux par de larges sillons. Sillon médian beaucoup plus important que les autres. Surface ornée de bourrelets d'accroissement presque équidistants. Le sillon médian débute dans le jeune âge, alors que les sillons secondaires ne se montrent que plus tardivement. Commissure des valves rendue très flexueuse par le prolongement des côtes et des sillons. Area triangulaire très développée, percée d'un large foramen.

Cette espèce ne saurait être comparée à *C. laevigata* et à *C. Mariæ*, elle se rapproche de *C. pontileviensis*, dont la descrip-

tion suit; mais en diffère par sa forme générale plus longue, par le nombre et la taille de ses côtes, par l'apparition du sillon médian dès le jeune âge, ainsi que par la grande taille de son foramen qui occupe environ la moitié de l'area. Elle se rapproche plutôt des formes de l'Éocène de la Bretagne [*C. Chevalieri* BAYAN] ainsi que de *C. cuneata* Risso vivant de nos jours. Cependant elle ne peut être confondue avec cette dernière espèce qui est beaucoup plus globuleuse et ornée d'un nombre de côtes bien plus grand.

Dimensions. — Longueur: 1 mm. 750. Largeur: 1 mm. 625. Épaisseur: 0 mm. 525.

Gisement. — Cette espèce n'est pas très rare dans les sables fins du vallon de Charenton près de Pont-Levoy (coll. de l'auteur).

CISTELLA PONTILEVIENSIS n. sp.

Coquille petite, presque aussi large que longue, d'aspect général ovale, test perforé, surface ornée de huit gros plis se correspondant sur les deux valves, séparés par de larges sillons profonds, le sillon médian étant sensiblement égal aux autres, ornée de lignes concentriques et de bourrelets d'accroissement

montrant que les côtes ne débutent pas dans le tout jeune âge de la coquille, mais qu'elles commencent toutes à la même phase du développement. Commissure des valves sensiblement droite, ondulée par les côtes et les sillons. Area très développée, longue, basse, percée en son milieu d'un foramen petit, montrant sur les côtes un deltidium rudimentaire.



FIG. 8.

Cistella pontileviensis n. sp. — $\times 10$.

Intérieur de la grande valve muni d'un septum médian très prononcé accompagné, à droite et à gauche, des impressions, rendues très nettes par l'opacité de



FIG. 7. — *Cistella plicata* n. sp. — $\times 10$.

certaines parties du test. Zone de bordure opaque ponctuée, à l'intérieur de la petite valve, septum médian, impressions hémicirculaires, bord opaque, ponctué, limité vers l'intérieur par une série de tubercules divergents, symétriquement disposés par rapport au sèptum.

Cette espèce se rapproche beaucoup plus des formes crétacées [*C. danica* DE MORGAN de la craie de Stevnsklint (Danemark), *C. Chaperi* DE MORGAN de la craie à Baculites du Cotentin ¹] que de celles de nos jours.

Dimensions. — Longueur : 1 mm. 625. Largeur : 1 mm. 875. Epaisseur : 0 mm. 600.

Gisement. — Cette espèce est assez rare. Vallon de Charenton, près de Pont-Levoy (coll. de l'auteur).

CISTELLA FALUNICA n. sp.

Coquille petite, beaucoup plus large que longue, ligne cardinale très longue, area très surbaissé, foramen moyen. Commis-sure des valves infléchie vers l'avant. Surface ornée de lamelles de croissance nombreuses, régulières, très caractéristiques, dentelées par un grand nombre de petites côtes rayonnantes très écrasées, à peine perceptibles. Grande valve très bombée, petite valve presque operculaire.

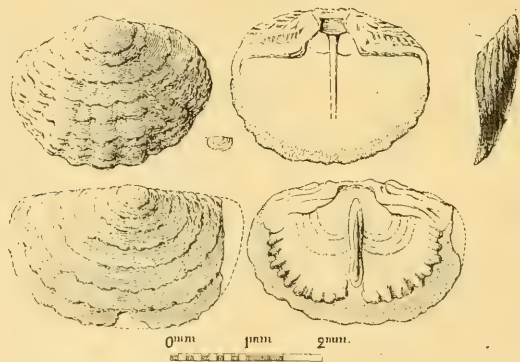


FIG. 9. — *Cistella falunica* n. sp. — $\times 10$

Intérieur de la grande valve muni d'un septum médian peu développé, bordure opaque, constellée de perforations, comme d'ailleurs le reste de la coquille, mais que l'opacité rend mieux perceptibles.

1. J. DE MORGAN. Quelques espèces nouvelles de Megathyrides *Bull. Soc. zool. Fr.*, 1885, t. VIII, p. 21, pl. XII, fig. 19-24).

Intérieur de la petite valve muni d'un septum médian très développé, très saillant en son milieu. Bord opaque perforé limité par une série de tubercules divergents rangés en nombre à peu près égal à droite et à gauche. Impressions hémicirculaires.

La seule espèce qui puisse être rapprochée de cette forme est *C. Bouryi* DE MORGAN des Sables moyens du Gueppelle ; mais, dans cette coquilles les lamelles d'accroissement sont beaucoup moins prononcées, et les côtes plus nombreuses et plus fines sont plus nettes que chez *C. falunica*. Il n'existe rien de comparable dans la faune actuelle.

Dimensions. — Longueur 2 mm. 500. Largeur 2 mm. 700.

Gisement. — Vallon de Charenton près de Pont-Levoy. Très rare (coll. de l'auteur).

Pour les espèces de *Cistella* qui précèdent, nous possédons bon nombre d'exemplaires bivalves et des valves séparées. Leur détermination présente toutes les sécurités. Il n'en est pas de même en ce qui regarde les deux espèces dont l'étude va suivre et dont nous ne connaissons qu'une seule valve. C'est donc sous réserves que nous les publions ; mais nous pensons qu'il est utile de les signaler, afin de ne rien omettre de la série des Brachiopodes dans la faune du Falunien de Touraine.

CISTELLA EUGENII n. sp.

Coquille petite, ovale, translucide, beaucoup plus longue que large, à test perforé. Surface ornée de six côtes très écrasées séparées entre elles par des sinus peu profonds assez indistinctes. Dépression médiane large mais peu profonde, à peine sensible. Lignes de croissance très fines, bourrelets saillants. Area triangulaire très haute, foramen long et étroit. Commissure des valves droite, légèrement infléchie au sommet.

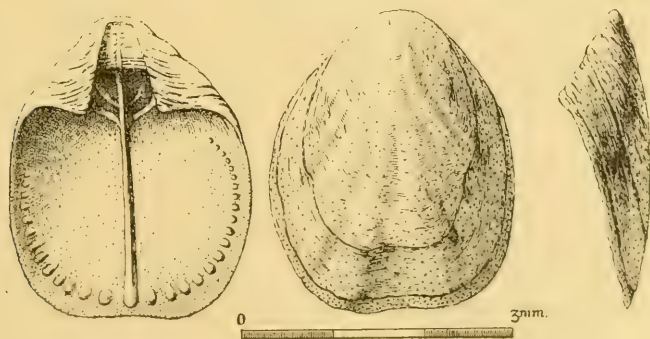


FIG. 10. — *Cistella Eugeniei* n. sp. — $\times 12$

Intérieur de la grande valve muni d'un septum droit, régulier, très saillant, relié au bord cardinal par un léger épaississement et par quatre nervures très saillantes situées à droite et à gauche, deux à deux. Surface lisse, bord punctué, limité par une série de vingt tubercules environ de chaque côté du septum.

Petite valve inconnue.

Cette espèce diffère très notablement des espèces décrites plus haut par ses dimensions, par sa forme générale, par les proportions de son area et de son foramen ainsi que par la nature de son septum.

Dimensions. — Longueur : 3 mm. 30. Largeur : 2 mm. 65. Epaisseur : 1 mm.

Gisement. — Vallon de Charenton, près de Pont-Levoy (coll. de l'auteur), une seule valve.

CISTELLA? TRANSVERSA G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG.

1886. *Argiope transversa* G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG. Etude préliminaire des Coquilles fossiles des Faluns de la Touraine. *Feuille jeunes Nat.*, p. 96 (sans descr. ni fig.).
1888. *Cistella transversa* G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG. Description de coquilles nouvelles des faluns de la Touraine. *Journ. de Conch.*, p. 246, pl. xi, fig. 2-2c.
1901. — G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG. Nouvelle liste des Pélécy-podes et des Brachiopodes fossiles du Miocène moyen du nord-ouest de la France. *Journ. de Conchyliologie*, vol. XLIX, p. 280.

« Coquille inéquivalve, équilatérale, de forme ovulaire subhexagonale, sensiblement plus large que haute. Test épais, spongieux, bord dorsal et bord ventral rectilignes, parallèles, réunis par des bords latéraux obtusément cinguleux en leur milieu. Grande valve (seule connue), divisée intérieurement par un septum médian, relié au bord cardinal par une aire triangulaire, divisée longitudinalement et au bord ventral par une racine bifurquée. Les régions branchiales se divisent chacune en trois aires dont deux suivent les côtés, et la troisième, plus profonde, de forme obscurément trigone, règne le long du septum médian. La surface externe fruste, tubuleuse, et comme vermiculée vers le bord paléal, est carénée transversalement et s'abaisse en toit, du côté dorsal ainsi que du côté ventral » (G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG).

Nous maintenons provisoirement cette coquille dans le genre *Cistella* bien qu'elle ne lui appartienne certainement pas; mais

la valve unique, très roulée dont nous disposons et qui nous a été gracieusement communiquée par Ph. Dautzenberg, ne permet pas d'établir une nouvelle coupure dans les Megathyridés.

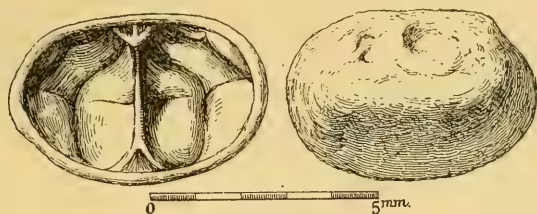


FIG. 11. — *Cistella transversa* D.D. — $\times 6$

Cette coquille n'appartient pas au genre *Megathyris sensu stricto*, car elle ne possède qu'un seul septum. Elle ne peut être rangée dans les *Cistella* par suite de l'épaisseur de son test et de la disposition de ses régions branchiales. Peut-être y doit-on voir une *Mühlfedtia* BAYLE genre déjà connu dans le Tertiaire. Dans tous les cas il y a lieu d'attendre, pour se prononcer, que des exemplaires mieux conservés aient été recueillis.

Dimensions. — Hauteur : 3 mm. 700. Largeur : 5 mm. 600.

Gisement. — Pont-Levoy (coll. Dautzenberg). Unique.

*
* *

En 1901 (*Journ. de Conch.*, p. 247), M. Ph. Dautzenberg s'exprimait ainsi : « M. de Morgan (*Bull. Soc. zool. de France*, 1884, t. VIII, Quelques espèces nouvelles de Megathyridés) n'a cité aucun *Cistella* miocène ni pliocène : mais les auteurs italiens en ont indiqué depuis longtemps dans le Pliocène de leur pays et Davidson, dans une revision récente des *Brachiopodes* fossiles du Tertiaire italien (*Geological Magazine*, t. VII), démontre l'antiquité des espèces qui vivent encore dans la Méditerranée. Il est regrettable que plusieurs auteurs, tels que Hørnes, Fontannes, Benoist, ne se soient pas occupés des *Brachiopodes* de leurs régions ».

L'étude que nous publions aujourd'hui comble en partie cette lacune due non pas à la négligence des auteurs, mais bien à la grande rareté des matériaux. Depuis bientôt un siècle qu'on explore les gisements de la Touraine on n'avait jusqu'à ces der-

niers temps rencontré qu'une seule valve d'un Brachiopode voisin du genre *Cistella* (*C. transversa*), et sans nos récentes découvertes on en serait encore réduit à des conjectures sur le passage des *Megathyridæ* de l'Éocène au Miocène supérieur (Gourbesville, *M. Vasseur* DE MORGAN). Nous venons de trouver quelques-unes des espèces intermédiaires représentées par six formes bien distinctes, dont quelques-unes présentent des affinités avec les espèces Crétacées et Éocènes tandis que d'autres se rapprochent des *Cistella* vivant encore de nos jours.

C. Mariæ, *C. lævigata* et *C. Eugeni* appartiennent au groupe *C. Neapolitana* SCACCHI. Espèce vivante de la Méditerranée dont les paléontologistes italiens signalent la présence dans le Pliocène.

C. plicata et *C. falunica* sont à ranger dans les mêmes sections que *C. Chevalieri* BAYAN et *C. Bouryi* DE MORGAN de l'Éocène. Alors que *C. pontileviensis* est une forme plus archaïque qu'on retrouve dans *C. danica* DE MORGAN et *C. Chaperi* DE MORGAN, termes extrêmes d'une série dont les intermédiaires vivaient dans les mers éocènes et crétacées.

Bien que nous ayons recueilli à Pont-Levoy plusieurs centaines de ces petits Brachiopodes nous n'en avons pas rencontré un seul appartenant au genre *Megathyris* s.s. Ce genre dont la présence est douteuse dans les terrains jurassiques [*Megathyris* (*Argiope*) *Suessi* DESLONGCHAMPS et *M. oolitica* DAVIDSON] qui se montre en abondance dans la craie à *Bel. paxillosus* [*Megathyris cunci-formis* D'ORB.] en compagnie de *Cistella* [*C. pes-anseris* EUG. DESLONGCHAMPS, *C. bilocularis* E. EUDES DESLONGCHAMPS, *C. Bronni* v. HAGENOW., etc...] semble disparaître avant l'Éocène, dès le Maestrichtien, et se montre de nouveau dans le Miocène supérieur [*M. Vasseur* DE MORGAN... Gourbesville] pour abonder au Pliocène [*M. decollatus* CHEMNITZ] et se concentrer de nos jours dans la Méditerranée et les mers de l'Europe occidentale [Manche, Mer du Nord, Océan atlantique, côtes européennes]. Ce genre ne comprend d'ailleurs que deux espèces connues jusqu'à ce jour, tandis que les *Cistella* comptent plus de trente espèces et que leur existence est continue depuis le Crétacé supérieur jusqu'à nos jours.

CRANIA ABNORMIS (DEFRANCE) DESHAYES

Cité par G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG. [1886. Etude préliminaire, etc... 1901. Nouvelle liste, etc...].

1836. *Crania abnormis* (DEFRANCE MSS). DESHAYES in LAMARCK, Anim. Sans. Vert., 2^e édit., VII, p. 304.

1847. *Crania Höninghausi* MICHELOTTI. Ter. Tert. Ital. Italie sept., p. 79, pl. II, fig. 23, 24.

Gisements. — Pont-Levoy, Mirebeau, Saint-Emy, Chazé-Henry, Saint-Grégoire, Saint-Saturnin.



FIG. 12. — *Crania abnormis* (DEF.) DESHAYES. Pont-Levoy (coll. Dautzenberg). — $\times 6$

CRANIA BOURYI n. sp.

Valve centrale. — Coquille aplatie, adhérente, à contour circulaire. A l'intérieur le bord forme un bourrelet arrondi légèrement granuleux, perforé. Petite area triangulaire au sommet. Les quatre impressions des muscles adducteurs situées dans la moitié antérieure de la coquille. Les deux grandes margino-cardinales à droite et à gauche contre l'area triangulaire, séparées entre elles par une légère dépression en forme de trapèze, les deux autres subcentrales, jointes, surmontées par le rostellum peu proéminent. Impressions vasculaires peu distinctes.

Cette espèce diffère très notablement de *C. abnormis* par sa taille, par la nature de son bord, par la position et les formes de ses impressions musculaires centrales ainsi que par son rostellum.

Dimensions. — Diamètre 10 mm.

Gisement. — Vallon de Charenton près de Pont-Levoy (coll. de l'auteur, un seul exemplaire de la valve centrale).

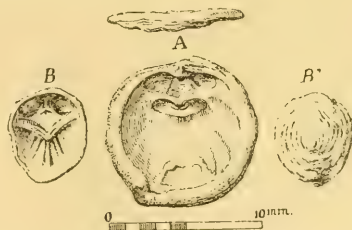


FIG. 13-14. — A, *Crania Bouryi* n. sp., $\times 2$, — B, B', *Crania* sp., $\times 2$.

L'état de conservation de nos exemplaires ne permet pas une détermination certaine. Cependant nous avons pensé qu'il était intéressant de figurer cette coquille qui diffère très notablement des deux espèces que nous venons de signaler.

CRANIA sp.

Dimensions. — Hauteur : 6 mm. 50. Largeur : 5 mm.

Gisement. — Vallon de Charenton, près de Pont-Levoy (coll. de l'auteur, deux exemplaires très roulés).

DISCINISCA MULTIRADIATA G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG.

Discina multiradiata. G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG. Nouvelle liste des Pélécy-podes et des Brachiopodes du Miocène moyen du Nord-Ouest de la France. *Journ. de Conch.*, 1901, n° 3, p. 53. Description sommaire sans figure. « Petite espèce à test corné, pourvu de nombreuses costules rayonnantes, se rapprochant de *Discina stella* GOULD, du Japon. »

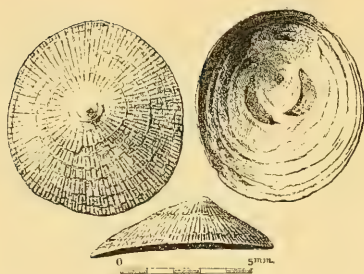


FIG. 15.

Disciniscamultiradiata G. D. et PH. D.

Impressions postérieures petites, largement séparées, à peine visibles. Test brun, d'apparence cornée. Protoconque lisse et brillante.

Par sa taille, sa forme générale, ainsi que par son ornementation cette espèce se rapproche beaucoup de *Disciniscastella* GOULD, mais elle en diffère par le nombre moins grand de ses costulations, ainsi que par le peu d'élévation de son sommet.

J'ai longtemps hésité à classer cette coquille parmi les Brachiopodes, tant elle a de ressemblance avec certains Hipponycidés du Tertiaire, et l'absence de la valve ventrale perforée augmentait mes doutes. Cependant la comparaison avec les *Disciniscas* vivant de nos jours qui m'ont été obligeamment communiqués par M. Ph. Dautzenberg, me porte à partager l'opinion des auteurs de l'espèce. L'apparence du test, brun et corné, n'est d'ailleurs pas celle des *Hipponyx* et des *Capulus*, fossiles des gisements tourangeaux.

Valve dorsale (seule connue). Coquille suborbiculaire conique, aplatie, à sommet subcentral. Surface ornée de côtes rayonnantes égale entre elles et d'autant plus forte qu'elles sont plus éloignées du sommet, croissant en nombre par intercalation et non par bifurcation. Intérieur lisse, orné de traces concentriques.

*
* *

Nous connaissons donc aujourd'hui quatorze espèces de Brachiopodes dans les faluns de la Touraine, ce sont :

1. *Terebratula Hørnesi* SUESS.
2. *Rhynchonella Nysti* DAVIDSON.
3. *Cystella lævigata* n. sp.
4. — *Mariæ* n. sp.
5. — *plicata* n. sp.
6. — *pontileviensis* n. sp.
7. — *falunica* n. sp.
8. — *Eugenii* n. sp.
9. — (?) *transversa* G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG.
10. *Crania abnormis* (DEFrance) DESHAYES.
11. — *Bouryi* n. sp.
12. — sp. (?)
13. *Discina multiradiata* G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG.
14. *Thecidea acuminata* G. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG.

appartenant à des formes qui, presque toutes, se retrouvent dans les mers actuelles.

SUR LE SOULÈVEMENT POST-BATHONIEN DU SUD DE LA SERRE

PAR L'ABBÉ **Bourgeat** ¹.

Dans les remarquables études qu'il a publiées il y a bientôt cinquante ans sur le Jura Dolois, notre éminent confrère, M. le général Jourdy, a émis l'avis qu'il y avait eu dans cette région un soulèvement post-bathonien. Cet avis, qui s'accorde si peu avec ce que les traités de géologie nous enseignent, n'a été ni combattu, ni soutenu jusqu'à ce jour. Et cependant il mérite d'être examiné, car le géologue qui l'a formulé est un observateur remarquable. Je vais essayer dans la présente note de donner quelques coupes de ce Jura Dolois qui semblent justifier la manière de voir de M. Jourdy.



FIG. 1. — COUPE DE LANDON A DÔLE.— Long. 1/25 000 env. ; haut. 1/3 000.
1, Astartien ; 2, Rauracien ; 3, Oxfordien supérieur ; 4, Bathonien supérieur relevé.

La première est prise tout près de Dôle, au petit hameau de Truchenne, sur le chemin que l'on suit pour aller à Landon. Lorsqu'on sort de Dôle, on marche successivement sur l'Astartien, sur le Rauracien, puis sur l'Oxfordien supérieur visible dans des carrières de chaux lourdes qui bordent la route. Tout à coup on se trouve, auprès d'un petit oratoire, en présence du Bathonien supérieur très fortement relevé. Comme les couches qu'on a traversées sont presque horizontales, on a immédiatement l'impression d'une grande discordance de stratification (fig. 1).

La seconde coupe est prise au mont Chatin un peu plus loin qu'Authume à droite de la grande route de Dôle à Gray. On voit là le Rauracien un peu plus sensiblement relevé qu'à Truchenne, venir butter contre le Bathonien inférieur à *Ostrea acuminate* très fortement incliné et même le recouvrir.

1. Note présentée à la séance du 17 mai 1915.

Il manque là tout le Bathonien moyen et tout le Bathonien supérieur. L'Oxfordien, caché par le bois n'est visible qu'un peu plus au Sud. La discordance de stratification n'est pas moins visible qu'à Truchenne, comme l'indique la coupe de la figure 2 :

La troisième coupe est prise à droite du chemin d'Amanges à Offlanges qui traverse du Sud-Est au Nord-Ouest le massif primitif de la Serre.

Dans cette troisième coupe le Rauracien est à peu près horizontal comme à Truchenne. On le voit déborder l'Oxfordien et le Bathonien supérieur pour venir, à l'endroit où la coupe est prise, non loin de Vrianges, s'appuyer sur le Bathonien moyen et même le Bathonien inférieur relevés. C'est la répétition de la coupe précédente avec, en plus, le voisinage des terrains primitifs de la Serre plus fortement relevés eux-mêmes que le Bathonien (fig. 3).



FIG. 2. — COUPE AU MONT CHATIN. — Long. 1/25 000 env. ; haut. 1/3 000.
1, Rauracien ; 2, Bathonien inférieur.

Ces trois coupes sont prises, la dernière sur le revers oriental de la Serre et les deux premières sur le revers oriental de son prolongement vers le Sud-Ouest. Elles accusent une véritable discordance de stratification entre l'Oxfordien ou le Rauracien d'une part et les assises diverses du Bathonien de l'autre. En est-il de même de l'autre côté du massif primitif, c'est-à-dire sur son revers occidental ? De ce côté il n'y a qu'une petite zone où on puisse voir les formations oxfordiennes ou rauraciennes en contact avec des formations plus anciennes. C'est au couchant de Rainans.



FIG. 3. — COUPE PRÈS DU CHEMIN D'AMANGES À OFFLANGES. — Long. 1/25 000 env.
haut. 1/2 500.

1, Rauracien ; 2, Oxfordien ; 3, Bathonien ; 4, Bajocien ; 5, Lias supérieur ; 6, Formations primitives de la Serre.

Lorsqu'on suit le chemin de Rainans vers Auxonne, on trouve d'abord, au sortir du village, les assises du Bathonien inférieur très

fortement relevées et à l'état de marnes rougeâtres. A mesure que l'on descend on coupe des formations calcaires du Bathonien moyen et du Bathonien supérieur et tout à coup on se trouve en présence du Jurassique supérieur faiblement relevé. Il y a donc là une lacune comprenant tout l'Oxfordien et une partie du Rauracien. On a cru l'expliquer par une faille. Il me semble plus simple d'y voir comme de l'autre côté un phénomène de transgressivité qui aurait amené le Jurassique supérieur par-dessus l'Oxfordien invisible en contact immédiat avec le Bathonien supérieur. Le schéma de la figure 4 représenterait le phénomène.

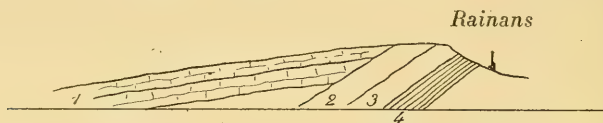


FIG. 4. — COUPE PRÈS DE RAINANS. — Long. 1/20 000 ; haut. 1/2 500.
1, Rauracien et Astartien ; 2, Bathonien supérieur ; 3, Bathonien moyen ;
4, Bathonien inférieur.

L'Oxfordien invisible sur ce chemin se montre un peu plus loin en contact avec le Bajocien à gauche du chemin qui va de Menotey à Chevigny. Cet Oxfordien n'est que l'Oxfordien supérieur. Il est surmonté et presque débordé par le Rauracien très riche en Polypiers.

Ainsi, dans le Jura Dolois, c'est-à-dire sur les deux bords sud de la Serre, le Jurassique rauracien se montre en discordance de stratification avec le Bathonien et il déborde presque partout l'Oxfordien.

Il est donc légitime d'admettre avec le général Jourdy qu'il y a eu dans cette région un soulèvement postérieur au Bathonien. Néanmoins, comme à faible distance de là, du côté de Rochefort et un peu plus au Nord du côté de Labarre, l'Oxfordien et les assises qui le surmontent paraissent en concordance avec le Bathonien, il faut admettre que ce soulèvement ne s'est pas étendu bien loin. Il aurait été suivi vers la fin de l'Oxfordien d'un affaissement, qui aurait duré jusque après le dépôt de l'Astartien, et qui aurait permis à cet étage et surtout au Rauracien de déborder l'Oxfordien.

Dans une prochaine note, j'examinerai s'il en a été ainsi au Nord de la Serre, du côté de Serre les Meulières et de Brans.

OBSERVATIONS SUR LES CAVITÉS SOUTERRAINES ET SUR L'HYDROLOGIE DU MASSIF DU MONT D'OR (JURA)

PAR **L. Collot, W. Kilian et Ph. Zurcher**¹.

SOMMAIRE. — Avant-propos. — Notions sur la coupe géologique des terrains traversés par le tunnel du Mont d'Or ; venues d'eau rencontrées ; travaux d'étanchement et leurs conséquences ; observations sur les cavités observées ; formes, volumes, modes de formation, régime probable des eaux qui les avoisinaient. — Conclusions.

Les grands massifs calcaires, du fait des dislocations qu'ils ont subies, ainsi que de l'action des eaux souterraines, contiennent des cavités dont les dispositions présentent un très grand intérêt surtout au point de vue des problèmes concernant l'hydrologie naturelle et les travaux des tunnels.

Ces cavités sont exceptionnellement susceptibles d'être visitées, et les spéléologues qui l'ont fait ont étendu aussi loin que possible leurs explorations et en ont rapporté des documents de grande valeur. Mais les zones ainsi accessibles ne représentent qu'une faible partie des massifs dont il s'agit, et d'immenses étendues ne permettent que des hypothèses dont les bases sont seulement des observations à ciel ouvert relatives aux caractères superficiels des masses rocheuses, et aussi aux conditions dans lesquelles ces masses absorbent les eaux et en permettent l'écoulement.

Il est dans ces conditions spécialement intéressant de posséder, du fait des travaux souterrains, les observations rendues possibles par les excavations exécutées de main d'homme, et ce sont des observations de ce genre, faites à l'occasion du percement du tunnel du Mont d'Or, sur la ligne de chemin de fer de Frasné à Vallorbe, qui font l'objet de la présente note.

*
* *

Le Mont d'Or, un des sommets importants du Jura, dont le point culminant atteint la cote 1 463 m., est formé de calcaires

1. Note présentée à la séance du 21 juin 1915.

du Jurassique supérieur constituant un grand pli anticlinal dont le flanc côté France est assez régulier et d'inclinaison modérée, tandis que le flanc côté Suisse, presque vertical, montre dans son ensemble une sinuosité très accentuée (fig. 1).

Les terrains inférieurs : marnes oxfordiennes et calcaires du Jurassique moyen, ont à peu près la même allure. Au contraire les niveaux supérieurs, appartenant au Crétacé et au Tertiaire, sont séparés de leur substratum par une surface de transgressivité surtout accentuée du côté nord, et se montrent fortement plissés.

Ces notions de la coupe géologique des terrains traversés par le tunnel sont insuffisantes au point de vue de la question étudiée ici ; elles doivent être complétées par la constatation, que permet l'examen de la Carte géologique, de la grande extension des affleurements du Jurassique supérieur, notamment du côté France, de la crête du Mont d'Or.

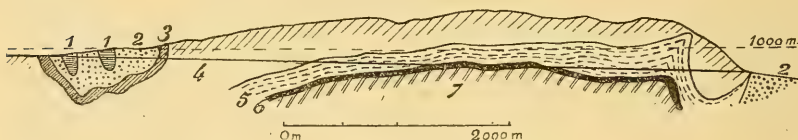


FIG. 1. — COUPE GÉOLOGIQUE SUIVANT L'AXE DU TUNNEL DU MONT D'OR.

- 1, Molasse marine miocène ; 2, Crétacé ; 3, Marnes et calcaires du Purbeck ; 4, Calcaires du Jurassique supérieur ; 5, Marnes de l'Argovien moyen ; 6, Calcaires à Spongiaires de l'Argovien inférieur ; 7, Calcaires scintillants du Callovien inférieur.

Les travaux du tunnel ont traversé d'abord, sur 700 m. environ, les calcaires du Jurassique supérieur du flanc côté Suisse de l'anticlinal ; ils ont pénétré ensuite dans les marnes oxfordiennes, puis dans le sommet de l'anticlinal formé par les calcaires du Jurassique moyen, et, après être revenus dans les marnes, ont atteint, à 4123 m. de la tête côté Suisse la base du Jurassique supérieur du flanc, côté France, de l'anticlinal.

A 150 m. de cette limite, la galerie d'avancement traversa une couche à peu près verticale d'argile jaune très fine, de 50 à 60 cm. d'épaisseur, qui ne donna presque pas d'eau pendant plusieurs jours, de telle sorte que le front d'attaque s'avança encore de 93 m.

Le 23 décembre 1912, à 7 heures du matin environ, cette couche d'argile, qui constituait donc un bouchon étanche, céda brusquement devant une venue d'eau très considérable qui jaillit en cascade, causant une énorme émotion dans les chantiers, mais heureusement pas d'accident de personne ; on évalua, quelques

heures après l'accident, le débit à 3 000 litres par seconde. Ce débit se montra d'ailleurs extrêmement variable : il descendit le 25 décembre à 700 litres pour remonter à 5 000 litres les 28-29 décembre, décroître rapidement jusqu'à 1 200 litres le 1^{er} janvier 1913, puis diminuer moins vite et se réduire à 348 litres le 16 janvier.

En même temps que se produisaient ces venues formidables, on vit disparaître les importantes sources du Bief Rouge, voisines du village de Métabief et de la station « Les Hôpitaux Neufs-Jougne » de la ligne de Pontarlier à Vallorbe. Ces sources sont au nombre de trois : la source Carrée (alt. 951 m. 49), la source du Clos Bayet (alt. 952 m. 70), et la source Creuse (alt. 956 m. 30). Le point d'émergence dans le souterrain étant à la cote 872 m. 125 les différences d'altitude étaient ainsi de 79 m. 365, 80 m. 575, 84 m. 175.

Les perturbations causées à ces sources, dont le débit normal est de 500 à 600 litres par seconde, avec un maximum de 1800 litres environ, et qui sont utilisées, notamment, comme force motrice, causèrent une légitime émotion, et on se préoccupa de chercher à rétablir l'ordre antérieur des choses.

Les dispositions des travaux se prêtaient à une *expérience* immédiate du plus haut intérêt consistant à obturer la galerie, à arrêter ainsi l'écoulement de l'eau, et à observer les résultats. Les mesures furent prises dans ce sens : on construisit dans la galerie un barrage étanche, muni d'un tuyau avec vanne, et le 17 janvier, à 10 h. 54 m., la vanne fut fermée.

Le manomètre indiqua l'accroissement plus ou moins rapide de la pression dont tous les stades furent notés, et le 16 janvier, à 9 h., c'est-à-dire 46 heures après la fermeture, la source Carrée reparut. Trois heures plus tard ce fut la source du Clos Bayet, et enfin le 23 janvier, à 20 h., la source Creuse se remit à couler. Le Bief Rouge fut jaugé le 27 janvier à 9 h., son débit était de 477 litres, c'est-à-dire tout à fait normal.

Le succès de cette expérience donna aux ingénieurs l'espoir que l'on pourrait, en exécutant avec les précautions nécessaires les travaux du tunnel, obtenir les mêmes résultats au point de vue du rétablissement du régime hydrologique. On ouvrit donc la vanne, on laissa l'eau s'écouler de nouveau par le tunnel, et on reprit l'avancement après avoir assuré l'évacuation des eaux de façon à ne gêner que le moins possible les travaux.

Il semblait probable que le drainage énergique du massif assurerait la continuation des travaux sans nouvelles venues d'eau, mais il n'en fut rien, et le 17 avril 1913 la galerie d'avan-

cement rencontra, à 4407 m. de la tête côté Suisse, une cavité en forme de boyau par laquelle vint aboutir dans le tunnel un flux dont l'importance maxima atteignit 10 000 litres par seconde, ce qui est, il est intéressant de le remarquer, la venue d'eau la plus considérable qui ait été rencontrée dans des travaux de tunnels.

Le débit baissa d'ailleurs rapidement jusqu'à 300 litres, et on constata alors le fait intéressant de la réduction à un volume très minime, atteignant au maximum 4 % du débit total, de la venue d'eau primitive du P. K. 4273, dont l'exutoire était cependant situé à un niveau inférieur à celui du P. K. 4407.

Ainsi que tout paraissait permettre de l'affirmer, le drainage devint alors complet, et l'avancement, entre le P. K. 4407 et la jonction avec l'attaque France, eut lieu sans rencontre de venue d'eau notable et ne présenta comme circonstance intéressante que le recoupement, aux abords du P. K. 4960, d'une grotte contenant une grande quantité de très fine argile fluente.

La *lutte contre l'eau* fut ensuite entreprise ; elle rencontra des difficultés très considérables qui furent successivement combattues et vaincues dans des conditions qui font le plus grand honneur à tous ceux qui y ont pris part, et aboutit à un succès complet.

La ligne de Frasné à Vallorbe a été ouverte le 16 mai 1913, et depuis longtemps déjà les *sources du Bief Rouge ont repris leurs cours et leur débit habituel*.

En même temps que les sources du Bief Rouge disparaissaient, d'autres sources de la région (Malbuisson et Fontaine Ronde), avaient paru subir des réductions de débit. Le régime ainsi influencé est aussi *redevenu normal*.

Les pronostics plus que pessimistes qui avaient été répandus au sujet d'un assèchement général de la région n'ont reçu ainsi aucune confirmation.

*
* *

On peut déduire des observations qui viennent d'être décrites quelques conséquences d'un réel intérêt.

Quand, le 17 janvier 1913, on ferma la vanne de la galerie, le débit qui s'écoulait dans le tunnel était de 348 litres par seconde, et par suite de 1 253 mètres cubes à l'heure. On a vu qu'il fallut 46 heures pour permettre à la source Carrée de réapparaître, et par conséquent la quantité d'eau récupérée par

le massif souterrain ayant été pendant ce temps de $46 \times 1253 = 57\,638$ mètres cubes, ce volume est le maximum (car il est basé sur la supposition de la constance du débit de remplissage des cavités après la fermeture de la vanne, alors qu'il est probable que ce débit a dû diminuer graduellement du fait de la diminution de la charge) du cube total des cavités souterraines existant aux abords du trajet entre le point d'émergence dans le tunnel et les sources de Métabief. Le quotient de ce chiffre par 79 m. 365, hauteur de la source au-dessus de l'exutoire dans le tunnel, soit 726, est la surface moyenne, en mètres carrés, de la colonne d'eau de 79 m., 365 de hauteur représentant la totalité des cavités. Cette surface est égale à un carré de 27 m. de côté. On peut aussi, peut-être plus justement, admettre que la surface croît avec le niveau comme dans un cône, et envisager alors comme représentant le volume un cône de même hauteur dont la base mesurerait 2178 mètres carrés, soit un carré de 47 mètres de côté environ. Il est enfin possible de calculer, d'après les variations de la vitesse d'accroissement de la pression indiquées par le manomètre, le maximum de la superficie des vides à divers niveaux, et on arrive ainsi à un chiffre de 1 500 à 1 600 mètres carrés, soit à un carré de 40 mètres de côté.

Cette mesure de la superficie totale des vides du massif calcaire est à comparer à la surface dudit massif, dont la forme peut être considérée comme un cône ayant pour sommet l'émergence dans le tunnel et pour base le périmètre du bassin alimentaire de cette émergence.

Cette superficie a été déterminée aussi rationnellement que possible d'après la Carte géologique : son étendue est de 18 kilomètres carrés environ, et on voit par suite que le rapport des vides au plein est seulement de 1/10 000 au maximum.

Bien que relativement peu important par rapport au volume total du massif calcaire, le cube des cavités dépendant de l'émergence du P.K. 4273, qui est, comme on vient de le voir, de près de 58 000 mètres cubes, a certainement joué, du fait de sa vidange, un rôle important au début de la venue d'eau du 23 décembre 1912, et probablement même lors de la crue des 28-29 décembre 1912, qui a eu sans doute pour cause non seulement la fonte des neiges, mais aussi très vraisemblablement l'entrée en jeu, du fait du débouchage de canaux remplis d'argile, de cavités dont la vidange avait tardé jusqu'à ce moment. Des phénomènes analogues se sont évidemment produits lors de la venue du 17 avril 1913 pour permettre la production presque immédiate, bien que précédée d'un minimum comme celle des 28-29 décembre 1912.

de la crue du 20 avril 1913, due aussi d'ailleurs à des pluies abondantes puisque les sources du Bief Rouge ont réapparu à ce moment et atteint un débit de 1 200 litres.

Le débit total des émergences du souterrain n'a d'ailleurs pas dépassé 3 500 litres par seconde après les maximums de début.

Ces vides des massifs calcaires ont une importance considérable à l'égard de la régulation des sources du fait des réserves emmagasinées au printemps, à la fonte des neiges ou au moment des grandes pluies, et restituées ensuite graduellement pendant la saison sèche.

A ces notions sur l'importance totale des cavités du massif du Mont d'Or il est intéressant d'ajouter les observations concernant les *dispositions des cavités* qui ont pu être explorées.

Celle qui a amené la première venue d'eau et qui avait été qualifiée de « fissure » à cause de sa forme à parois parallèles, espacées de 50 à 60 cm., a été mieux connue du fait de l'extension des travaux, et on a pu constater qu'il n'existait pas de prolongement supérieur et que sa section était un ovale très aplati à axe vertical. Aux abords de la portion traversée par l'avancement la cavité se prolongeait très irrégulièrement par un couloir parallèle à l'axe du tunnel et par des annexes étroites qu'il n'a pas été possible de visiter et dont le relevé ne présentait pas grand intérêt. Le remplissage de cette cavité par de l'argile extrêmement fine montra qu'il n'y avait pas de mouvement dans la masse d'eau voisine, qui était ainsi tout à fait stagnante avant l'irruption du 23 décembre 1912.

Au point 4407, au contraire, la cavité rencontrée est un boyau dans lequel il a été possible de pénétrer et qui présentait une section variable, de 5 mètres carrés au maximum ($2,00 \times 2,50$). L'examen des parois de ce boyau montrait qu'il avait été suivi par de violents courants d'eau, ainsi que l'attestaient les traces d'érosions qu'on pouvait observer sur les parois intactes. La roche formant ces parois montrait une stratification peu inclinée avec alternances de bancs légèrement marneux et de bancs calcaires, très visibles aux points où l'épaisseur des couches était assez faible; en d'autres endroits les bancs calcaires dominaient, ils étaient plus épais, et les érosions y avaient respecté des débris fossiles de tiges d'Encrines et de radioles d'Oursins. On ne constatait d'ailleurs pas de différence entre les parois opposées, et par suite on ne saurait attribuer la formation du boyau à la préexistence d'une dislocation. On ne voyait même rien qui pût indiquer que l'origine de l'érosion ait été une cassure.

Le profil en long du boyau était assez régulier, mais la forme en plan présentait des sinuosités nombreuses sans aucune apparence de régularité (fig. 2).

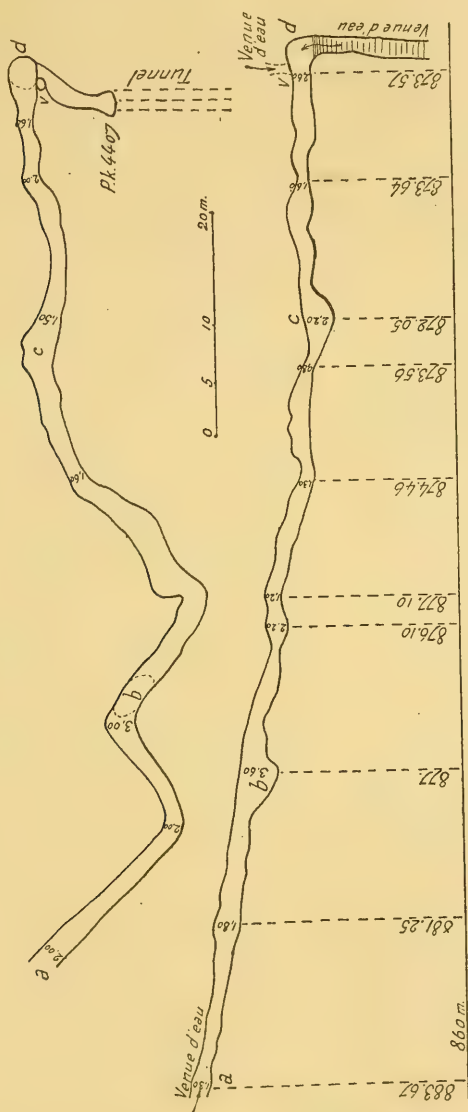


FIG. 2. — BOYAU AUX ABORDS DU P.K. 4407.
Plan et profil en long développé.

La branche de droite (en venant de France) amenait une venue d'eau importante, la branche de gauche se terminait par une sorte de puits par lequel venait beaucoup d'eau, en même temps qu'il

en tombait du plafond par une petite cheminée de 30 cm. de diamètre.

Enfin les travaux du tunnel ont recoupé, aux abords du P.K. 4960, une grotte assez spacieuse dont il fut possible de visiter les curieuses digitations et de faire un relevé approximatif (fig. 3). Cette grotte ne fournit pas de venue d'eau notable, elle contenait une grande quantité d'argile fluente très fine, dont l'épanchement brusque dans le souterrain causa quelque émotion aux ouvriers, et dont la présence était une preuve de la stagnation des eaux voisines.

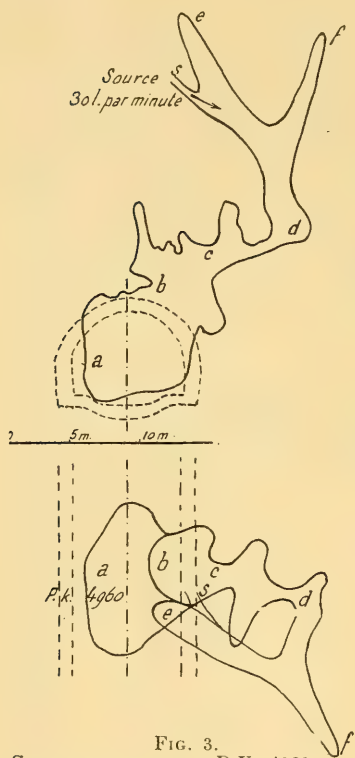


FIG. 3.
GROTTE AUX ABORDS DU P.K. 4960.
Projection des contours sur un plan
perpendiculaire à l'axe du tunnel et
sur un plan horizontal.

Il paraît résulter de ces observations que les cavités reconnues à l'occasion des travaux du souterrain du Mont d'Or sont des cavités résultant d'érosions chimiques et n'ayant pas de rapports avec des dislocations préexistantes.

Il convient d'ajouter que les calcaires du Jurassique supérieur traversés n'étaient pas exempts de cassures, mais que ces cassures étaient peu importantes et en général remplies d'argile.

On peut résumer ce qui précède en disant que le massif du Mont d'Or, dans sa partie constituée par le Jurassique supérieur, contient des cavités dont l'importance ne dépasse pas la dix-millième partie du volume du massif, et que ces cavités sont tantôt remplies d'argile fine montrant qu'elles appartiennent à une zone où les eaux étaient stagnantes, tantôt au contraire vides et parcourues par des eaux en mouvement.

Les conditions dans lesquelles l'obturation de la galerie a pu se faire en janvier 1913 prouvent nettement que le massif calcaire est de nature intime imperméable.

Enfin le fait remarquable de la capture de l'écoulement du P.K. 4273 par celui du P.K. 4407 permet de penser que ce phénomène a été causé par l'existence de communications entre les

cavités dont dépendaient les deux écoulements, de telle sorte que leur indépendance était seulement relative, et que le premier rencontré était alimenté par le second.

*
* *

En dehors de la précision que l'expérience de la fermeture de la vanne a permis d'apporter à la notion déjà formulée par les spéléologues concernant la faible proportion des vides dans les massifs calcaires, les observations qui viennent d'être relatées n'ajoutent pas de notions à celles déjà connues, et ne font que prouver à nouveau que les traversées en tunnel des massifs calcaires sont susceptibles de donner lieu à des venues d'eau énormes, à des difficultés de travaux considérables, pouvant même constituer des obstacles insurmontables.

Si, au Mont d'Or il a été possible, grâce à la localisation des venues d'eau, d'obtenir le résultat remarquable de la *reconstitution du régime hydrologique antérieur* aux travaux, il faut bien dire que c'est là un succès exceptionnel.

Dans d'autres souterrains comme le premier tunnel du Hauenstein, entre Olten et Bâle, comme celui du Weissenstein, entre Soleure et Moutier, comme celui de Granges à Moutier, tous situés dans le Jura, il a fallu se résigner à voir disparaître des sources et à donner issue par l'aqueduc du tunnel à des écoulements qui heureusement n'ont pas atteint les débits énormes des venues du Mont d'Or.

Dans deux cas toutefois, toujours dans le Jura, les calcaires ont été traversés sans rencontre de venues d'eau. C'est d'abord dans la partie du tunnel du Mont d'Or voisine de la tête côté Suisse, et aussi dans les deux sections extrêmes du tunnel du Hauenstein, qui vient d'être terminé. Il paraît possible d'attribuer l'absence de venues d'eau dans ces souterrains à un drainage des massifs calcaires traversés, car on peut supposer que les eaux de la partie suisse du tunnel du Mont d'Or vont s'écouler dans la dépression située au N. E., et que de même la vallée de l'Aar donne issue aux eaux qui peuvent circuler dans le Jurassique supérieur que le tunnel du Hauenstein a traversé dans sa partie nord à un niveau inférieur à celui du tunnel.

Ce ne sont d'ailleurs là que des hypothèses, et peut-être a-t-on eu simplement, dans ces tunnels, la chance de passer à côté des cavités aquifères ; peut-être, pour la section envisagée du tunnel du Mont d'Or, doit-on invoquer le peu d'étendue du bassin d'ali-

mentation en projection horizontale, la raideur des pentes, l'état subvertical des couches permettant à l'eau une descente rapide.

Il faut bien le préciser en effet ; toutes *prévisions* au sujet de la position des cavités aquifères dans les massifs calcaires, au sujet du régime des eaux qui s'y trouvent stagnantes ou en mouvement, ne peuvent être formulées qu'en laissant une grande part aux aléa. *Personne n'a prédit*, en particulier, *et n'aurait pu prédire* ce qui s'est passé au Mont d'Or.

Ce qui précède constitue une opinion qui vient à l'encontre de celles qui ont fait l'objet, dans un grand nombre de publications et de journaux, d'articles de M. le professeur Fournier, qui n'a cependant pas encore formulé sa doctrine dans des conditions pouvant permettre une réelle discussion au sujet des conclusions générales qu'il présente comme des « principes fondamentaux », « élémentaires », mais qui n'ont été jusqu'ici l'objet d'aucun exposé impartial ni d'aucune démonstration vraiment scientifique.

Dans une question qui intéresse en commun les ingénieurs et les géologues, les uns et les autres esprits scientifiques, qui cherchent la vérité de toute leur bonne volonté, c'est scientifiquement qu'il faut soit affirmer, soit chercher à exprimer le degré de probabilité des prévisions.

Les conclusions formulées plus haut l'ont été en s'inspirant de ce principe, et c'est dans le même esprit que ces conclusions, si, elles sont contestées, devront être discutées.

BIBLIOGRAPHIE PRIMITIVE RELATIVE AUX BRYOZOAIRES

PAR F. Canu*.

Les Bryozoaires, par leur petitesse, ont échappé aux recherches des premiers naturalistes. Les plus grandes colonies ont d'abord été confondues avec les plantes, malgré l'avis de Rondelet, et ce sont les botanistes qui les ont d'abord étudiées. On les découvre dans les herbiers des ^{xvi}^e et ^{xvii}^e siècles sous les noms de *Coralina*, *Conferva*, *Muscus*, *Fucus*, *Porus*, *Rosa* et sous les noms persistants de *Eschara* et de *Fron dipora*.

XVI^e SIÈCLE

1555. — RONDELET (Guillaume). *Universae aquatilium historiae*. Lugduni (2^e édition en 1558).

L'auteur était médecin et naturaliste (1507-1566). C'est le fondateur de l'Ichthyologie. C'était un ami de Rabelais qui l'appelait Rondibilis.

Sous le titre de *Giroflade de mer* il décrit et figure, comme animal, un *Retepora*. Il le considéra comme pouvant bien être l'*Eschara* mentionnée par Athénée (^v^e siècle).

Le genre *Eschara* eut beaucoup de succès et pendant le ^{xix}^e siècle on l'appliquait à toutes les colonies libres bilamellaires. Mais depuis longtemps, il n'est plus considéré que comme une simple forme coloniale des Bryozoaires du sous-ordre *ascophora*. Récemment, Canon A. M. Norman¹ a voulu le restaurer avec *Eschara fascialis* PALLAS, 1766, pour génotype. Pour être logique, il faudrait prendre pour type le premier *Retepora* reconnaissable sur les publications anciennes.

Au ^{xviii}^e siècle, il s'est produit entre *Eschara* et *Retepora* une interversion de sens assez remarquable. C'est Imperato en 1599 qui paraît en être l'auteur. Le mieux est de conserver l'interprétation de ce dernier savant, admise pendant deux siècles.

1558. — GESNER (Conrad). *Historiae animalium*. Tiguri (Zurich) (2^e édition en 1620).

L'auteur (1516-1565) était un professeur de Zurich. Il reproduit la figure et la description de Rondelet.

*. Note présentée à la séance du 17 mai 1915.

1599. — IMPERATO (Ferrante). *Dell'Historia naturale*. Napoli. Libri XXVIII (2^e édition à Venise en 1672).

C'est le créateur des genres *Retepora* et *Fron dipora*. Selon Neviani², il décrit cinq espèces.

XVII^e SIÈCLE

1623. — BAUHIN (Gaspard). *Theatri Botacini*. Basilea (Bâle).

L'auteur (1560-1624) est un médecin de Bâle.

Il décrit cinq espèces, les mêmes que Imperato d'ailleurs.

1651. — BAUHIN (Jean). *Historia plantarum universalis*. Ebroduni (Yverdon). (Ouvrage posthume).

L'auteur (1541-1613) est un médecin de Bâle. Botaniste célèbre. C'était un élève de Rondelet. Il ne croit plus à l'animalité des zoophytes.

Il décrit six espèces, dont la fameuse et antique *Corallina* (*Cellaria fistulosa*).

1665. — HOOKE (Robert). *Micrographia : or some Physiological descriptions of minute bodies made by Magnifying glasses*. London.

Célèbre physicien anglais (1635-1703).

Neviani³ n'indique pas les espèces décrites.

1674. — BOCCONE (Paolo). *Recherches et observations naturelles*. Amsterdam.

L'auteur est un naturaliste sicilien (1633-1704).

Une seule espèce est figurée.

1690. — RAY (John). *Synopsis methodica stirpium botanicarum*. Londres (2^e édition en 1724).

L'auteur est un célèbre naturaliste anglais (1628-1705).

Cet ouvrage est cité par Neviani³ et par C. Norman⁴. Plusieurs espèces sont décrites.

1691-1700. — PLUKENETT (Léonard). *Phytographia*. Londini, 4 vol. (2^e édition en 1769).

L'auteur (1642-1706) était pharmacien et célèbre professeur. Son herbier existe encore au British Museum.

Trois espèces sont décrites.

1696. — LISTER (Martin). *Conchyliorum bivalvium utriusque aquæ*. Londini.

Le travail de ce naturaliste (1638-1711) fut récemment retrouvé par Neviani⁴. Il contient, selon cet auteur, un Bryozoaire encroûtant décrit comme animal.

1697. — BOCCONE (Paolo). Museo di fisica e di esperienze variato e decorato di osservazioni naturali. Venetia.

Quatre espèces sont décrites.

1699. — MORISON (Robert). Plantarum historiae universalis. Oxoniensis oxonii.

L'auteur est un botaniste anglais (1620-1683). Quatre espèces sont décrites.

1700. — TOURNEFORT (Jos. Pitton). Institutiones rei herbariæ.

Dans le tome III de l'ouvrage du célèbre botaniste français (1635-1708), il y a plusieurs Bryozoaires décrits comme Coralliaires.

1712. — RÉAUMUR (René Antoine Ferchault de). *Mémoires de l'Académie royale des Sciences*, p. 42.

Dans le mémoire du célèbre physicien français (1683-1757) les Bryozoaires et les Polypiers avec lesquels ils sont confondus sont à nouveau considérés comme des animaux.

Désormais les auteurs du XVIII^e siècle considèrent les Bryozoaires comme des Polypiers et nous voyons apparaître des noms nouveaux *Crisia*, *Flustra*, *Myrizoum*, etc., qui seront d'ailleurs conservés par les linnéens.

XVIII^e SIÈCLE

Les auteurs de cette époque désignaient leurs espèces par des diagnoses latines longues souvent de plusieurs lignes et difficiles à retenir. Le deuxième ou le troisième mot ont souvent été pris comme noms spécifiques par les linnéens. Certains de ces derniers se contentaient même de les mettre entre parenthèses en reproduisant les anciennes diagnoses.

1714. — BARRELIERI (Jacopo). Plantæ per Galliam, Hispaniam et Italiam observatæ. Parisiis.

Ouvrage posthume d'un auteur mort en 1673. Deux espèces sont citées.

1719. — MERCATI (Michele). Mettalothea Vaticana. Roma.

L'auteur est un médecin italien (1541-1593), protégé du pape Clément VIII. Son ouvrage posthume contient la description de deux espèces.

1725. — MARSIGLI (Louis Ferdinand). Histoire physique de la Mer. Amsterdam (l'édition italienne est de 1711).

Plusieurs Bryozoaires sont décrits et figurés. Le lecteur peut les trouver dans le Catalogue de Miss Jelly⁵.

1742. — GUALTIERI (Nicola). Index testarum conchyliorum Florentiæ.

Une seule petite figure.

1742. — JÜSSIEU (Bernard de). Examen de quelques productions marines qui ont été mises au nombre des plantes et qui sont l'ouvrage d'une sorte d'Insecte de mer. *Mémoires de l'Académie des Sciences*, p. 290.

Il a principalement étudié le *Flustra foliacea* LINNÉ, 1761. Il confirme les observations de Réaumur.

1744. — TREMBLEY (Abraham). Mémoires pour servir à l'histoire d'un genre de Polypes d'eau douce à bras en forme de cornes. Leyde, in-4°.

L'auteur (1700-1784) était genevois. Son mémoire est une véritable merveille d'exactitude. Les dessins sont parfaits. Les auteurs modernes ont ajouté peu de chose concernant la reproduction. L'espèce, qui est la première des Bryozoaires d'eau douce qui ait été connue, est devenue le *Lophopus Trembleyi* J. JULIEN, 1884.

1750. — DONATI (Vitaliano). Della Storia naturale marina dell' Adriatico, Venezia.

L'auteur est un médecin naturaliste italien (1713-1763). Son ouvrage ne contient qu'une bonne figure, selon Neviani², p. 8.

1755. — ELLIS (John). Natural History of Corallines (édition française en 1756 et édition allemande en 1767).

L'auteur est un naturaliste anglais mort en 1776. Son ouvrage, dont la figuration est parfaite est toujours cité en synonymie par les zoologistes. Le lecteur trouvera la liste des espèces décrites dans le Catalogue de Miss Jelly⁵.

1757. — BASSI (Ferdinando). De quibusdam exiguo madraporis agri bononiensis. Bononia : De Bononiensis scientiarum et artium instituto atque academia Commentarii, tav. iv, p. 49.

C'est le premier travail contenant la description et la figuration de Bryozoaires fossiles. Ils sont du Pliocène de Rio Landa et sont encore conservés au Musée de Géologie de l'université de Bologne. Neviani⁶ les a étudiés, et il y a reconnu huit espèces.

1758-1768. — LINNÉ (Charles). Systema naturæ. Leyde. Édition 10, 1758. Édition 12, 1766-1768. Édition 13, par Gmelin, 1788-1793.

L'illustre botaniste suédois (1707-1778) s'est contenté de systématiser les travaux de ses devanciers sur les Polypiers. C'est dans les éditions 10, 12 et 13 que nous trouvons un certain nombre de

Bryozoaires. Aussi n'est-il pas le vrai créateur des noms spécifiques qui lui sont attribués. La plupart du temps il a pris le deuxième ou le troisième mot des anciennes diagnoses. Je pense qu'il serait juste d'ajouter à son nom, celui de l'auteur prélinnéen. Exemple : *Cellaria fistulosa* LINNÉ, 1754 (BAUHIN, 1651).

1757. — GINANNI (Giuseppe). Centoquattordici piante che vegetano nel mare Adriatico. Venetia.

C'est un ouvrage posthume d'un auteur mort en 1753. Ce dernier ne paraissait pas connaître les travaux de Reaumur, de Jus-sieu, de Ellis. Dans son ouvrage sont figurées quatre espèces.

1758. — SEBA (Alberto). Locupletissimi Rerum Naturalium thesauri accurata descriptio. Amstelaedami.

L'auteur est un pharmacien hollandais (1665-1736). Il décrit et figure sept espèces.

1766. — PALLAS (Pierre Simon). Elenchus zoophytorum. La Haye, in-8° (édition allemande de 1787).

L'auteur est un célèbre naturaliste et voyageur allemand (1741-1811). Son ouvrage classique est cité dans toutes les synonymies. La liste des Bryozoaires qu'il contient est dans le Catalogue de Miss Jelly⁵.

1776. — MARATTI (Joannès Francesco). De Plantis Zoophytis et Lithophytis in Mari Mediterraeno viventibus. Romæ.

L'auteur est un ecclésiastique italien (1721-1777). Neviani⁷ en a fait connaître l'ouvrage dans lequel il a reconnu vingt-trois Cheilostomes, deux Cyclostomes, trois Ctenostomes et un Endoprocte.

1776. — MÜLLER (Othon Frederic). Zoologiae Danicae prodromus. Haumae (Copenhague).

L'auteur est un naturaliste danois très connu (1730-1784) de l'école de Linné. Son ouvrage contient la diagnose de onze espèces de Bryozoaires, catalogués par Neviani⁴, p. 11.

1780. — KOESTLIN. Lettres sur l'Histoire de l'Isle de l'Elbe écrites à Son Excellence Monsieur le Comte de Borch. Vienne.

Il y a huit espèces reproduites d'après le système de Pallas.

1780. — SOLDANI (Ambrogio). Saggio orittografico, ovvero osservazioni sopra le terre nautiliche ed ammonitiche della Toscana. Siena.

L'auteur est un naturaliste italien (1736-1808). Cette publication est relative aux fossiles de la Toscane dont la plus grande partie existe toujours au Musée paléontologique de l'Institut des Études supérieures de Florence. Neviani⁸ y a découvert neuf Bryozoaires décrits et figurés.

1789-1798. — SOLDANI (Ambrosius). *Testaceographiae ac zoophytographiae parvae et microscopicae*. Senis.

Cet ouvrage très important, de 230 planches et 2 500 figures, a été spécialement étudié et mis en valeur par Neviani⁹. Il a pu y reconnaître dix-huit Cheilostomes et douze Cyclostomes dont il donne la liste.

Le premier ouvrage de cet auteur a été réuni à celui-ci.

1789-1806. — ABILDGAARD (Pierre Christian). In *Zoologiae Danicae* (3^e et 4^e cahiers).

Le grand ouvrage de Muller fut continué par d'autres naturalistes. Abildgaard, le frère du plus célèbre des peintres danois, fut chargé de l'étude des organismes inférieurs. Dans ces troisième et quatrième volumes sont figurés et décrits huit espèces de Bryozoaires. Pour la première fois la méthode linnéenne est employée dans toute sa rigueur et les longues descriptions sont supprimées.

1792. — OLIVI (Giuseppe). *Zoologia Adriatica*. Bassano.

Dans cette iconographie, une seule espèce est figurée et 20 autres sont citées. La méthode linnéenne est rigoureusement employée.

Les connaissances anatomiques sur les Bryozoaires sont dues aux travaux successifs de GRANT (1827), AUDOUIN et MILNE-EDWARDS (1828), EHRENBERG (1830), J. V. THOMPSON (1830), LISTER (1834) et MILNE-EDWARDS (1838).

C'est AUDOUIN et MILNE-EDWARDS qui firent les premiers une section spéciale des Bryozoaires (1828)¹⁰ mais ils ne lui donnèrent pas de nom. Aussi MILNE-EDWARDS en 1838 crut devoir adopter le nom de Bryozoaires donné par EHRENBERG en 1830.

1. *Annales and Magazine Natural History*, s. 7, vol. XII, p. 110, 1903.

2. A. NEVIANI. Appunti bibliografici per servire alla Storia degli Studi sui Briozoi. *Rivista italiana di scienze naturali*, XVI, p. 4. 1896.

3. *Bollettino della Società zoologica italiana*, 1906, p. 6.

4. ANT. NEVIANI. Briozoi ritenuti nova di mitili. *Bollettino della Società zoologica italiana*, p. 1. 1906.

5. E. C. JELLY. A synonymic catalogue on the recent marine Bryozoa, London, 8°. 1889.

6. A. NEVIANI. Di alcuni Briozoi pliocenici del Rio Landa illustrati da Ferdinando Bassi nel 1757 : *Bollettino della Società geologica italiana*, vol. XII, p. 659, 1893.

7. ANT. NEVIANI. Di un libro poco noto sugli zoofiti ei Litofiti del Mediterraneo dell'abate Francesco Maratti : *Bollettino della Società zoologica italiana*, p. 1, 19. 1907.

8. A. NEVIANI. Briozoi fossili illustrati da Soldani Ambrogio nel 1780 : *Bollettino della Società romana per gli Studi zoologici*, vol. IV. 1895.

9. A. NEVIANI. Briozoi viventi e fossili illustrati da Ambrogio Soldani : *Bollettino della Società geologica italiana*, vol. XXV, p. 763. 1906.

10. AUDOUIN et MILNE-EDWARDS. Résumé des recherches sur les animaux sans vertèbres faites aux îles Chaussey : *Annales des Sciences naturelles*, t. XV. 1828.

BIBLIOGRAPHIE PALÉONTOLOGIQUE RELATIVE AUX BRYOZOAIREs DU BASSIN DE PARIS

PAR **F. Canu**¹.

Dans les nombreux travaux paléontologiques dont le bassin éocène parisien fut l'objet, les Bryozoaires n'ont jamais été complètement négligés. La place qui leur était réservée était simplement en rapport avec leur petite taille. Tous les ouvrages classiques que nous avons coutume de consulter pour nos déterminations en contiennent des listes plus ou moins longues. Il était donc intéressant de rechercher toutes les publications anciennes reflétant les acquisitions successives de nos connaissances relatives à cet ensemble de fossiles.

Nous avons dressé la liste de ces travaux en suivant l'ordre chronologique. Les espèces mentionnées en *italique* sont celles dont le nom spécifique n'a pas changé ; les autres sont passées en synonymie.

La description et la figuration de toutes ces espèces sont dans mon ouvrage relatif au Bassin de Paris². Pour être plus complet et envisager la totalité du Bassin, j'ai ajouté les publications belges et anglaises.

FRANCE

1814. — DESMAREST. *Bulletin des Sciences philomatiques*, t. IV, 8°.

L'exemplaire de ce livre conservé à la Bibliothèque du Muséum d'Histoire naturelle ne renferme pas les planches correspondant au Mémoire de cet auteur.

Flustra bifurcata, p. 53, pl. 2, fig. 6 = *Meniscopora bifurcata*.

Flustra crassa, p. 53, pl. 2, fig. 1.

Flustra microstoma, p. 54, pl. 2, fig. 9.

1. Note présentée à la séance du 17 mai 1915.

2. F. CANU. Bryozoaires des terrains tertiaires des environs de Paris. *Annales de Paléontologie*, t. II, III, IV. 1908-1909.

1821. — LAMOUROUX. Exposition méthodique des genres de Polypiers, Paris, 4°.

Lunulites radiata LAMK., pl. 73, fig. 5-8.

1822. — CUVIER et BRONGNIART. Description géologique des environs de Paris, Paris, 8°.

Lunulites radiata LAMK., p. 34.

Lunulites urceolata, p. 34, pl. 8, fig. 9.

DEFRANCE. *Dictionnaire des Sciences naturelles*.

1819. — Tome 15.

Eschara Grignonensis, p. 298 = *Meniscopora bifurcata*.

1824. — Tome 21.

Hornera Hippolyta, p. 432, pl. 46, fig. 3.

Hornera crispa, p. 432.

Hornera elegans, p. 432 = *Hornera serrata* Rss.

Hornera opuntia, p. 432 = *Filisparsa typica* Rss.

1822. — Tome 22.

Idmonea coronopus, p. 555.

Idmonea gradata, p. 565, pl. 46, fig. 5.

1823. — Tome 26.

Lichenopora crispa, p. 257. = *Lichenopora hispida* FLEG.

Lichenopora turbinata, p. 257, pl. 46, fig. 4 = *Lichenopora Defranciana* MICH.

1823. — Tome 28.

Lunulites radiata LAMK., p. 360, pl. 76, fig. 5.

Lunulites urceolata LAMK., p. 357.

1827. — Tome 48.

Seriatopora Grignonensis, p. 496.

1829. Tome 58.

Vincularia fragilis, p. 214, pl. 45, fig. 3.

1827. — MUNSTER in GOLDFUSS. *Petrefacta germaniæ*.

Lunulites radiata LAMK., p. 41, pl. 12, fig. 6.

Lunulites urceolata LAMK., p. 41, pl. 12, fig. 7.

Glauconome tetragona, p. 108, pl. 36, fig. 7 = *Tubucellaria bipartita* Rss.

1834. — BLAINVILLE. Manuel d'actinologie, Paris, 8°.

L'auteur reproduit les diagnoses et les figures de Defrance.

1816-1836. — LAMARCK. Histoire des animaux sans vertèbres. Paris, in-12.

Dans l'édition I, il cite :

Lunulites radiata.

Lunulites urceolata.

Dans l'édition II, revue par MILNE-EDWARDS, les diagnoses de DeFrance sont simplement reproduites.

Vincularia fragilis DEF., p. 194.

Flustra crassa DESM., p. 228.

Flustra bifurcata DESM., p. 229.

Hornera hippolyta DEF., p. 278.

Hornera crispa DEF., p. 278.

Hornera elegans DEF., p. 278.

Hornera opuntia DEF., p. 278.

Idmonea gradata DEF., p. 281.

Idmonea coronopus DEF., p. 281.

Lichenopora turbinata DEF., p. 285.

Lichenopora crispa DEF., p. 285.

Lunulites radiata LAMK, p. 300.

Lunulites urceolata LAMK, p. 300.

MILNE-EDWARDS. *Annales des Sciences naturelles*, 2^e série, Zoologie, Paris, 8^e.

Dans quatre mémoires classiques, l'auteur fait connaître la véritable nature des Bryozoaires. Il y décrit un grand nombre de formes récentes et fossiles. Quelques-unes de ces dernières appartiennent aux Terrains parisiens.

1836. — T. VI. Observations sur les Polypiers fossiles du genre Eschare.

P. 14, *Eschara bifurcata* DESM., pl. 11, fig. 8.

P. 15, *Eschara Brongniarti*, pl. 11, fig. 9.

P. 15, *Eschara milleporacea*, pl. 12, fig. 12.

P. 16, *Eschara mamillaris*, pl. 11, fig. 10.

1838. — Tome VIII. Mémoire sur les Polypes du genre des Tubulipores.

P. 13, *Tubulipora Grignonensis*, pl. 13, fig. 2 = *Lichenopora hispida* FLEG.

P. 14, *Tubulipora explanata*, pl. 14, fig. 3.

1838. — Tome IX. Mémoire sur les Crisies, les Hornères et plusieurs autres Polypes vivans ou fossiles dont l'organisation est analogue à celle des Tubulipores.

P. 20, *Hornera hippolyta* DEF., pl. 11, fig. 3.

P. 23, *Idmonea coronopus*, pl. 22, fig. 3.

P. 28, *Pustulipora gracilis*, pl. 11, fig. 4.

P. 29, *Pustulipora macrostoma*, pl. 12, fig. 4.

1844. — MICHELIN. Iconographie zoophytologique, Paris, 4^e.

Les figures relatives aux Bryozoaires sont malheureusement très imparfaites.

Chœtites pomiformis, p. 49, pl. 46, fig. 2 = Espèce du Miocène.

Lichenopora DeFranciana, p. 49, pl. 46, fig. 9.

Hornera hippolythus DEF., p. 20, pl. 46, fig. 20.

Tubulipora grignonensis M.-E., p. 21, pl. 46, fig. 7 = *Lichenopora hispida* FLEG.

- Tubulipora stelliformis*, p. 24, pl. 46, fig. 8 = Espèce douteuse.
Retepora Ferusacii, p. 24, pl. 46, fig. 20 = Espèce de Bordeaux (d'ARCH.).
Idmonea coronopus DEF., p. 24, pl. 46, fig. 20.
Flustra Duvaliana, p. 24, pl. 46, fig. 40 = Espèce douteuse.
Eschara milleporacea M.-E., p. 25, pl. 46, fig. 11.
Eschara damæcornis, p. 25, pl. 46, fig. 25. Espèce douteuse.
Eschara excavata, p. 26, pl. 46, fig. 17 = Espèce douteuse.
Membranipora philostracites, p. 26, pl. 46, fig. 12. = *Membranipora Lacroixii* AUD.
Lunulites radiata LAMK., p. 26, pl. 46, fig. 5.
Vincularia fragilis DEF., p. 27, pl. 46, fig. 21.
Vaginopora fragilis DEF., p. 28, pl. 46, fig. 22 = Espèce douteuse.
Geodia pyriformis, p. 29, pl. 46, fig. 2. Non retrouvée.

1850-1852. — D'ORBIGNY. *Paléontologie française*. Terrains crétacés. Tome cinquième, Bryozoaires. Paris, in-8°.

Dans ce célèbre ouvrage, l'auteur passe en revue non seulement les Bryozoaires crétacés mais encore la totalité des espèces fossiles et récentes. La renommée de ce travail fut universelle, et pendant un quart de siècle tous les auteurs s'en sont inspirés.

Toutes les espèces nouvelles qu'il possédait ont été décrites sommairement dans la *Paléontologie française*, mais non figurées. C'est ainsi que la Collection d'Orbigny soigneusement conservée au Muséum d'Histoire naturelle est devenue une mine inépuisable de laquelle on a déjà tiré un grand nombre de matériaux intéressants.

Les espèces actuelles ont été récemment étudiées par Waters¹.

Parmi les espèces fossiles, un certain nombre sont des espèces parisiennes. Nous les avons étudiées et nous avons figuré celles d'entre elles qui n'étaient pas passées en synonymie. Ce travail est résumé dans le tableau suivant dressé sur le même plan que celui de Waters.

1. WATERS. Notes on some Recent Bryozoa in d'Orbigny's Collection. *Annals and Magazine of Natural History*, série 9, vol. XV. 1905.

PAGES DE LA PAL. FR.	NUMÉROS DU CATALOGUE	LOCALITÉS	NOMS DE D'ORBIGNY	OBSERVATIONS SUR LES SPÉCIMENS DE LA COLLECTION	NOMS DU MÉMOIRE DE F. CANU, 1908
343	N'existe pas	Chaumont	<i>Eschara milleporacea</i> Edw.		<i>Meniscopora milleporacea</i>
344	9642 A	Parnes Saillancourt	<i>Eschara fragilis</i> Mich. non Def.	Ce n'est ni l'espèce de Michelin, ni celle de DeFrance.	<i>Smittipora fragilis</i>
344	9643	Parnes	<i>Eschara Parnensis</i> D'O.	Forme double de <i>Semieschara Du- templeana</i> .	<i>Rhagasostoma Dutempleana</i>
366	9644 A	Parnes Damery	<i>Semieschara Parisiensis</i> D'O.		<i>Onychocella angulosa</i>
366	9645 A	Parnes Damery	<i>Semieschara Dutempleana</i> D'O.		<i>Rhagasostoma Dutempleana</i>
N'existe pas	9646 A	Parnes Damery	<i>Vincularia fragilis</i>	Il y a aussi d'autres espèces du genre <i>Heterocella</i> , mais mal con- servées.	<i>Heterocella fragilis</i>
396	N'existe pas	Grignon	<i>Cellepora crassa</i> Desm.		

PAGES DE LA PAL. FR.	NUMÉROS DU CATALOGUE	LOCALITÉS	NOMS DE D'ORBIGNY	OBSERVATIONS SUR LES SPÉCIMENS DE LA COLLECTION	NOMS DU PRÉSENT MÉMOIRE DE F. CANU, 1908
397	9649 A	Parnes Damery	<i>Cellepora Leda</i> D'O.	L'espèce de Damery n'est pas celle de Parnes.	<i>Umhonula Leda</i> <i>Smittia Leda</i>
397	N'existe pas	Sceau	<i>Cellepora microstoma</i> Desm.		
434	9652	Damery	<i>Porella bifurcata</i> Desm.	Ne contient que <i>Smittia Derviesi</i> et <i>Smittia</i> (<i>Porella</i>) <i>variabilis</i> .	<i>Meniscopora bifurcata</i>
440	9653	Parnes	<i>Semiporina elegans</i>	Manque. Il n'y a que l'étiquette.	
441	9654	Parnes	<i>Reptoporina elongata</i> D'O.		<i>Hipporina elongata</i>
441	9655	Parnes	<i>Reptoporina prolifera</i> D'O.	Trois échantillons différents : <i>E. bi- furcata</i> .	
445	9960	Montmartre	<i>Multiporina ostracitea</i> D'O.		<i>Schizoporella unicornis</i> Jh.
448	N'existe pas		<i>Escharellina Brongniartii</i> Edw.		<i>Meniscopora Brongniartii</i>

PAGES DE LA PAL. FR.	NUMÉROS DU CATALOGUE	LOCALITÉS	NOMS DE D'ORBIGNY	OBSERVATIONS SUR LES SPÉCIMENS DE LA COLLECTION	NOMS DU MÉMOIRE DE F. CANU, 1908
448	9657	Parnes	<i>Escharellina parnensis</i> D'O.	Mélange de <i>M. bifurcata</i> , <i>H. angistoma</i> , <i>Smittia</i> (<i>Porcella</i>) <i>variabilis</i> , <i>Porostoma parisiensis</i> , <i>M. dimorpha</i> qui domine, <i>Schizostoma parnensis</i> typique.	<i>Schizostoma parnensis</i>
	A	Damery		Spécimens que j'ai choisis comme types de l'espèce de d'Orbigny.	
453	9648	Parnes	<i>Reptescharellina globulosa</i> D'O.	Espèce spéciale.	<i>Hippoporina globulosa</i>
507	9658	Chaumont	<i>Trochopora ovalis</i> D'O.	Espèce spéciale.	<i>Trochopora ovalis</i>
508	9651	Parnes	<i>Discofustrellaria dactylus</i> D'O.	Espèce spéciale.	<i>Fedora dactylus</i>
511	9659	Chaumont	<i>Cupularis urceolata</i> LAMK.		<i>Lunulites urceolata</i>
N'existe pas	9660 A	Parnes Damery	<i>Lunulites radiata</i>		<i>Lunulites radiata</i>

PAGES DE LA PAL. FR.	NUMÉROS DU CATALOGUE	LOCALITÉS	NOMS DE D'ORBIGNY	OBSERVATIONS SUR LES SPÉCIMENS DE LA COLLECTION	NOMS DU MÉMOIRE DE F. CANU, 1908
513	9650	Damery	<i>Filiustrellaria prolifera</i> D'O.		<i>Scrupocellaria prolifera</i>
707	N'existe pas	Grignon	<i>Spiropora grignonensis</i> DEF.		<i>Spiropora grignonensis</i>
729	N'existe pas		<i>Idmonea coronopus</i> DEF.		<i>Idmonea coronopus</i>
730	9664 N'existe pas	Parnes Valogne	<i>Idmonea subcoronopus</i> D'O. <i>Idmonea subcoronopus</i>	Le tube ne contient que Entalophora proboscidea.	<i>Idmonea coronopus</i>
730	9662	Hauteville	<i>Idmonea gradata</i> DEF.	Mélange de : <i>Idmonea milneana</i> , <i>Filisparsa varians</i> , <i>Filisparsa typica</i> , <i>Tubucellaria mamillaris</i> .	
730	9663	Hauteville	<i>Idmonea cultrata</i> D'O.	Mélange de <i>Idmonea milneana</i> <i>Hornera hippolyta</i> , et surtout <i>Idmonea coronopus</i> .	<i>Idmonea coronopus</i>
752	9669	Parnes	<i>Reptotubigera elatior</i> D'O.		<i>Tubulipora liliacea</i> PALL.

PAGES DE LA PAL. FR.	NUMÉROS DU CATALOGUE	LOCALITÉS	NOMS DE D'ORBIGNY	OBSERVATIONS SUR LES SPÉCIMENS DE LA COLLECTION	NOMS DU MÉMOIRE DE F. CANU, 1908
756	N'existe pas		<i>Radotubigera grignonensis</i> Edw.		<i>Lichenopora hispida</i> Flø.
760	9678 bis	Damery	<i>Unitubigera erecta</i> D'O.	Espèce spéciale.	<i>Lichenopora erecta</i>
780	9666	Parnes	<i>Entalophora macrostoma</i> Edw.	Il y a de plus un spécimen de <i>Diastopora hirsuta</i> .	<i>Entalophora macrostoma</i>
816	N'existe pas	Grignon	<i>Filisparsa hippolyta</i> Dev.		
816	9647	Parnes	<i>Filisparsa filiformis</i> D'O.	Espèce spéciale.	<i>Filisparsa filiformis</i>
831	9674	Orglandes	<i>Tubulipora irregularis</i> .		<i>Tubulipora irregularis</i> Rss.
831	N'existe pas		<i>Tubulipora explanata</i> Edw.		<i>Diaslopore explanata</i>
846	9677	Parnes	<i>Prohoscina lateralis</i> D'O.	Espèce spéciale.	<i>Reptotubigera lateralis</i>
862	9675	Damery	<i>Berenicea parisiensis</i> D'O.	N'existe pas.	

PAGES DE LA PAL. P.	NUMÉROS DU CATALOGUE	LOCALITÉS	NOMS DE D'ORBIGNY	OBSERVATIONS SUR LES SPÉCIMENS DE LA COLLECTION	NOMS DU MÉMOIRE DE F. CANU, 1908
918	9676	Orglandes	<i>Hornera elegans</i> Def.	Il n'y a que <i>H. hippolytha</i> .	
958	9671	Parnes	<i>Discocavea Parnensis</i> D'O.	Il y a : <i>Lichenopora hispida</i> , <i>Lichenopora Defranciana</i> et un <i>Tubulipora</i> trop difficile à pho- tographier.	
958	9672	Orglandes	<i>Discocavea crispa</i> Def.	C'est <i>Lichenopora hispida</i> .	<i>Lichenopora hispida</i> Fig.
963	9668	Orglandes	<i>Lichenopora turbinata</i> Def.	Jeunes <i>Lichenopora Defranciana</i> .	<i>Lichenopora Defranciana</i>
971	9670	Parnes	<i>Unicavea grignonensis</i> D'O.	Mélanges de <i>Lichenopora erecta</i> et de <i>Lichenopora grignonensis</i> .	<i>Lichenopora hispida</i> Fig.
1106	9656	Damery	<i>Poricellaria alata</i> D'O.		<i>Diplodidymia alata</i>
730	9663	Hauteville	<i>Idmonea cultrata</i> D'O.	Mélange de <i>Idmonea milneana</i> , <i>Hornera hippolyta</i> et surtout <i>Idmonea coronopus</i> .	

BELGIQUE

1828. — MORREN. Descriptio coralliorum fossilium in Belgio repertorum. *Ann. Ac. Groning*, 4^o.

Retepora trigona MORREN, p. 37, pl. 10, fig. 1, 2, 3 = *Idmonea coronopus* DEF.

Ceriopora variabilis MUNSTER, p. 40. = *Entalophora macrostoma* M. E.

Lunulites perforatus MUNSTER, p. 45. Indéterminable.

Lunulites spongia MORREN, p. 43, pl. 12, fig. 1, 2.

Glaucanome marginata MUNSTER, p. 75 = *Tubucellaria bipartita* Rss.

Glaucanome rhombifera MUNSTER, p. 75 = *Tubucellaria bipartita* Rss.

Glaucanome tetragona MUNSTER, p. 76 = *Heterocella fragilis* DEF.

Glaucanome hexagona MUNSTER, p. 76. Indéterminable.

Je n'ai pas retrouvé ce livre. Je ne peux donc pas me prononcer sur la quatrième espèce.

1837. — GALEOTTI. Mémoire géognostique de la province du Brabant.

L'auteur cite les espèces de Morren et il ajoute :

Flustra contexta GOLDF., p. 163. Indéterminable.

Idmonea triquetra DEF., p. 163, pl. 4, fig. 13 = *Idmonea coronopus* DEF.

Lunulites radiata LAM., p. 163 = *Lunulites radiata* LAMK.

Lunulites urceolata LAM., p. 164 = *Lunulites urceolata* CUV.

Idmonea coronopus DEF., p. 167 = *Idmonea coronopus* DEF.

Eschara celleporacea GOLDF., p. 167. N'a jamais été retrouvée.

Les espèces citées par Morren et Galeotti sont du Laekenien.

1845. — NYST. Description des coquilles et des Polypiers fossiles des terrains tertiaires de la Belgique. Bruxelles, in-4^o.

L'auteur cite comme ayant réellement trouvé :

Flustra contexta GOLDF., p. 617. Indéterminable.

Idmonea triquetra DEF., p. 619 = *Idmonea coronopus* DEF.

Lunulites radiata LAMK., p. 624 = *Lunulites radiata* LAMK.

Lunulites urceolata LAMK., p. 624 = *Lunulites urceolata* CUV.

1868. — DEWALQUE. Prodrome d'une description géologique de la Belgique. Bruxelles, 8^o.

Dans cet ouvrage, Bosquet cite dans le Tongrien :

Lunulites hemisphaericus A. ROEM., p. 202 = *Lunulites latdorfensis* STOL.

Cellepora petiolus DIXON, p. 202 = *Orbitulipora petiolus* DIXON.

1872. — G. VINCENT. Note sur la faune de Laeken, de Jette et de Wemmel. *Ann. Soc. malac. Belgique*, t. VIII.

Espèces de Wemmel :

Lunulites urceolata LAMK. = *Lunulites urceolata* CUV.

Cellepora petiolus DIXON = *Orbitulipora petiolus* DIXON.

Pyripora contexta GOLDF. Indéterminable.

1873. — G. VINCENT. Matériaux pour servir à la faune laekennienne des environs de Bruxelles. *Ann. Soc. malac. Belgique*, t. VIII, p. 7.

Lunulites radiata LAMK. = *Lunulites radiata* LAMK.

Cellepora petiolus DIXON = *Orbitulipora petiolus* DIXON.

Chrysisina coronopus DEF. = *Idmonea coronopus* DEF.

Hornera Hippolythus MICH. = *Hornera hippolythus* DEF.

Eschara damæcornis MICH. Indéterminable.

Eschara excavata MICH. Indéterminable.

Pyripora contexta GOLDF. Indéterminable.

Tubulipora Grignonensis LAMK. = *Lichenopora Grignonensis* M.-ED.

Tubulipora stelliformis MICH. Indéterminable.

1883. — D. RAEYMACKERS et O. VAN ERTBORN. Excursion annuelle faite aux environs de Louvain. *Ann. Soc. malac. Belgique*, t. XVIII, p. 22.

Dans le Laekenien d'Eegenhoven les auteurs ont trouvé :

Lunulites radiata LAMK. = *Lunulites radiata* LAMK.

Chrysisina coronopus DEF. = *Idmonea coronopus* DEF.

Hornera hippolytus DEF. = *Hornera Hippolythus* DEF.

Eschera damæcornis MICH. Indéterminable.

Pyripora contexta GOLDF. Indéterminable.

1886. — MEUNIER et PERGENS. Les Bryozoaires du système Montien. Louvain, 8°.

La liste des espèces contenues dans cet ouvrage est donnée dans mon iconographie du Bassin parisien².

La faune belge est certainement plus riche que ne l'indique cette bibliographie. Il n'est pas rare d'en trouver des représentants dans les collections publiques. J'ai même pu en acheter une dizaine d'espèces dont une était nouvelle.

ANGLETERRE

1892. — GREGORY. On the British Palæogene Bryozoa. *The Transactions of the zoological Society of London*, vol. 13.

Dans cet important mémoire, l'auteur figure toutes les espèces connues et qui sont au British Museum. Il donne aussi la bibliographie pour l'Angleterre ; il est donc inutile que nous la reproduisions.

Notamia Wetherelli BUSK.

Membranipora eocena BUSK.

Membranipora Buski GREG.

Membranipora crassomuralis GREG.

Membranipora tenuimuralis GREG. = *Membranipora Lacroixii* ANCT.

1. En 1912, je n'ai pas retrouvé cette espèce dans le Laekenien.

2. CANU. *Loc. cit.*, t. IV, p. 141. 1909.

AVIS

Le **Compte Rendu des Séances** n'est pas réimprimé dans le **Bulletin** proprement dit.

Le **Compte Rendu sommaire des Séances** comprend les présentations d'ouvrages, analyses, résumés très courts et observations aux diverses communications, faits en séance ou adressés par la poste.

Le **Bulletin** ne renferme que les notes et mémoires détaillés, présentés en séance.

En conséquence les **Cahiers des Comptes Rendus sommaires des séances** doivent être conservés. Ils peuvent être, en fin d'année, reliés à part ou avec les fascicules du **Bulletin**. Des tables sont fournies à cet effet.

Les comptes rendus sommaires paraissent, en général, dans les quinze jours qui suivent la séance.

Deux pages au maximum sont accordées aux *notes originales*.

Une demi-page (petit texte) est accordée aux *observations* ou *rectifications* à une communication quelconque.

Une demi-page est accordé pour les *présentations d'ouvrages imprimés*.

Ces limites comprennent les titres et les notes infrapaginales.

La page est de 42 lignes d'environ 60 lettres chacune. Les intervalles entre les mots et les signes comptent comme une lettre.

Les auteurs doivent déposer, à l'issue de la séance, les notes manuscrites concernant leurs communications pour le compte rendu sommaire. Les membres qui ont pris part à des discussions verbales en cours de séance et qui désirent qu'il en soit fait mention **sont invités à rédiger ces observations et à les remettre au secrétaire, autant que possible séance tenante.**

Le Secrétariat *ne garantit*, dans aucun cas, la publication *littérale* et *in extenso* des notes remises. Les auteurs peuvent indiquer les passages de leurs communications pouvant être supprimés sans inconvénient en cas de nécessité. *Il est toujours préférable de ne remettre que des résumés très concis.*

Les notes et mémoires étant mis en composition aussitôt leur dépôt, *les auteurs ont donc tout intérêt à remettre leurs manuscrits complets au moment même où ils font leurs communications orales ou écrites. L'impression de tout manuscrit insuffisamment lisible ou incomplet est ajournée et le manuscrit renvoyé à son auteur.*

TABLE DES MATIÈRES (TOME XV, FASCICULE 5-6).

	Pages
<i>F. Kerforne.</i> — Étude géologique de la région silurienne de Chateaubriant (Loire-Inférieure) (<i>fin</i>).....	209
<i>A. Guébbard.</i> — Sur les pointements de gypse triasique de la commune d'Éoulx (Basses-Alpes).....	212
<i>J. de Morgan.</i> — Obs. sur la stratigraphie et la paléontologie du Falunien de la Touraine (<i>75 fig.</i>).....	217
<i>P. Marty.</i> — Magnolia fossile des arkoses de Ravel (Puy-de-Dôme) (<i>18 fig.</i>).....	242
<i>J. de Morgan.</i> — Note sur les Mollusques brachiopodés des Faluns de la Touraine (<i>63 fig.</i>).....	260
<i>Bourgeat.</i> — Sur le soulèvement post-bathonien du Sud de la Serre (<i>4 fig.</i>).....	274
<i>L. Collot, W. Kilian et Ph. Zurcher.</i> — Obs. sur les cavités souterraines et sur l'hydrologie du massif du Mont d'Or (Jura) (<i>5 fig.</i>).....	277
<i>F. Canu.</i> — Bibliographie primitive relative aux Bryozoaires.....	287
<i>F. Canu.</i> — Bibliographie paléontologique relative aux Bryozoaires du Bassin de Paris (<i>à suivre</i>).....	293

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830,
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

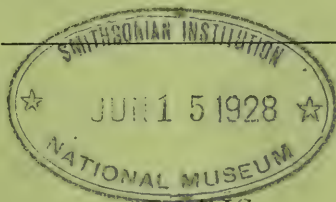
QUATRIÈME SÉRIE

TOME QUINZIÈME

FASCICULE 7-8 :

Feuilles 20-25. — Planches III-VI.

Avec 28 figures dans le texte



PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1915

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

ART. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

ART. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1^{er} et le 3^e lundi du mois).

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

ART. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

ART. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

ART. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

ART. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

ART. 73. — *Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée; 2^o une cotisation annuelle².*

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

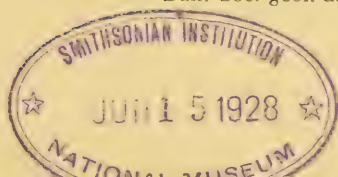
La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (400 francs).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : 1000 francs).

1. Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.

- Membranipora virguliformis* GREG.
Membranipora disjuncta GREG.
Lunulites transiens GREG.
Biselenaria offa GREG.
Micropora cribiformis GREG.
Onychocella magnoaperta GREG.
Cribrilina vinei GREG.
Schizoporella magnoaperta GREG. = *Schizostoma magnoaperta*.
Schizoporella magnoincisa GREG.
Adeonellopsis wetherelli GREG. = *Cribricella coscinophora* Rss.
Adeonellopsis incisa GREG.
Lepralia lonsdalei GREG. = *Hippoporina lonsdalei*.
Umbonula bartonense GREG.
Umbonula calcariformis GREG.
Teichopora clavata GREG.
Meniscopora bigibbera. = *Meniscopora Brongniarti* M.-ED.
Conescharellina clithridiata LONSD.
Mucronella angustœcium GREG. = *Mucronella Hornesi* Rss.
Orbitulipora petrolus LONSD.
Smittia tubularis GREG.
Idmonea geibeli STOL. = *Idmonea Milneana* D'ORB.
Idmonea bialternata GREG.
Idmonea seriatopora Rss. ?
Idmonea coronopus DEF.
Hornera Farehamensis GREG. = *Hornera hyppolyta* DEF.
Entalophora tergemina GREG. = *Entalophora macrostoma* M.-ED.
Heteropora glandiformis GREG.
Lichenopora sp. = *Lichenopora Gregoryi* C.
-



SUR LA CONSTITUTION GÉOLOGIQUE DES ABORDS DE LA PIÈCE D'EAU DES SUISSES, A VERSAILLES

PAR **Léon Bertrand** ¹.

Un certain nombre de sondages ayant été faits, depuis 1913, au voisinage de la Pièce d'eau des Suisses, il me paraît intéressant d'en indiquer les résultats, qui ne concordent pas avec ce qui est figuré pour cette région sur la Carte géologique. La difficulté d'observer le sous-sol du Parc de Versailles, où ne se rencontrent guère d'affleurements et où, d'autre part, ont eu lieu bien des remaniements du terrain superficiel, est évidemment la cause de cette imperfection locale de la carte de M. Dollfus (qui en prépare d'ailleurs une seconde édition) et il semble donc utile d'enregistrer tous les faits de détail dont on peut avoir connaissance.

D'après la Carte géologique, la Pièce d'eau des Suisses serait presque entièrement située sur les Marnes vertes, depuis son extrémité nord jusqu'aux $\frac{4}{5}$ environ de sa longueur, puis sur les Marnes à Huîtres inférieures aux Sables de Fontainebleau. L'affleurement de ces derniers formerait une boucle contournant la Pièce d'eau vers l'Est, de sorte que la plus grande partie de l'ancien Potager (jardin de l'École d'Horticulture) et du parc de l'ancien Séminaire (actuellement École Jules Ferry) seraient encore sur les Marnes à Huîtres.

En réalité, certains sondages effectués de ce côté de la Pièce d'eau ont mis en évidence l'existence, sur plusieurs mètres d'épaisseur, de dépôts vaseux, argilo-sableux et tourbeux, résultant du comblement d'un ancien étang dont on trouve la trace historique et qui, antérieurement aux travaux qu'a fait exécuter Le Nôtre, s'étendait en partie sur l'emplacement du Potager (fig. 1).

Dans leur très intéressante *Étude sur les mauvaises odeurs de la Pièce d'eau des Suisses à Versailles* (in-8°, 76 p., 25 fig. et 1 pl., Paris, A. Colin, 1913), MM. Matruchot et Desroche l'ont, pour cette raison, désigné sous le nom d'*Etang du Potager* ; il se poursuivait d'ailleurs certainement sous une portion de la superficie de la Pièce d'eau actuelle. Celle-ci est d'origine artificielle, mais on a utilisé pour la créer une ancienne dépression marécageuse,

1. Note présentée à la séance du 21 juin 1915.

qui débordait les limites actuelles de la Pièce d'eau en divers points, alors que vers son extrémité nord le bassin a été creusé dans les couches tertiaires (Sables de Fontainebleau). Du côté de l'Ouest, l'ancienne dépression comblée par des alluvions

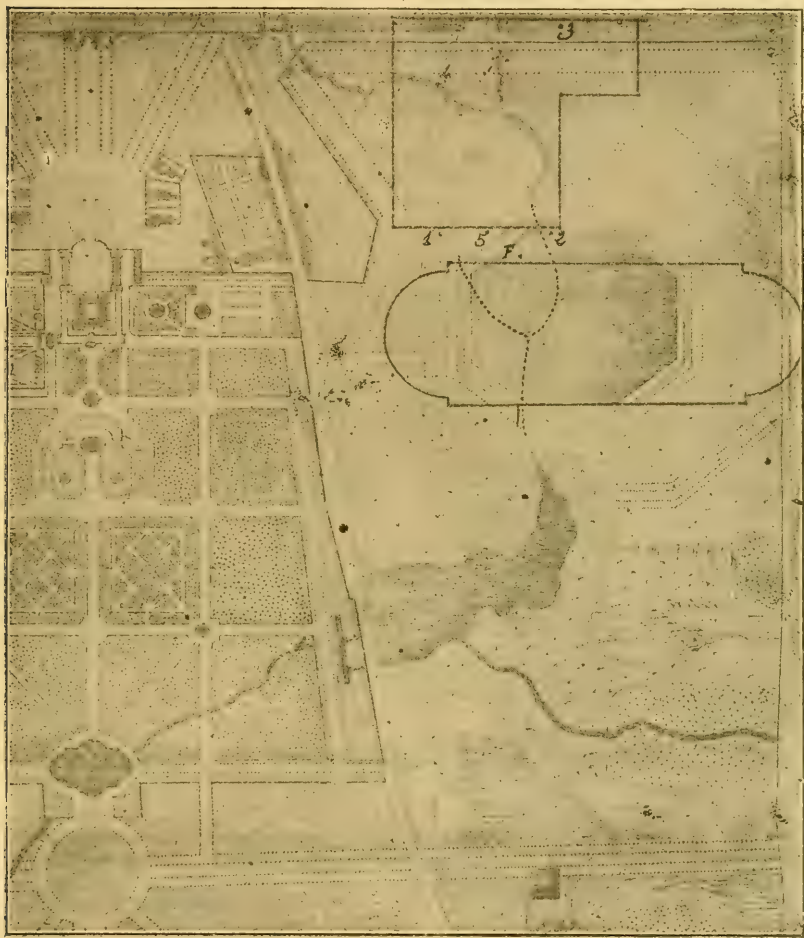


FIG. 1. — FRAGMENT DU PLUS ANCIEN PLAN DU DOMAINE ROYAL DE VERSAILLES, dressé par Delapointe vers 1665, après les premiers travaux de Le Vau et Le Nôtre, d'après de Nollhac (extrait de *l'Étude sur les mauvaises odeurs de la Pièce d'eau des Suisses*, par MM. L. Matruchot et P. Desroche, fig. 6, p. 25. Cliché obligeamment prêté par M. Matruchot).

NOTA. — MM. Matruchot et Desroche ont figuré sur ce plan les contours actuels de la Pièce d'eau des Suisses et du Potager, ainsi que les emplacements des sondages 1-4 (les chiffres 5 et la lettre F n'ont pas de signification correspondant à la note actuelle) ; ils ont, en outre, prolongé en pointillé le tracé probable des rives de l'Étang du Potager, qui, sur le plan, est arrêté au contour octogonal d'un bassin resté à l'état de projet et remplacé par la Pièce d'eau actuelle.

s'étendait sous la Plaine du Mail, dont une partie était encore, sous Louis XIV, occupée par l'*Etang Puant* (fig. 1), qui a progressivement disparu.

Il résulte de ce qui précède qu'en de nombreux points de la périphérie de la Pièce d'eau, il existe un sous-sol argileux imperméable qui, en l'absence d'affleurements visibles, a été attribué sur la Carte géologique aux Marnes à Huîtres ou aux Marnes vertes (d'autant que les berges de l'étang montrent çà et là ces matériaux utilisés pour le corroi de la Pièce d'eau). Par contre, les sondages ont montré que, partout où il existait des formations argilo-sableuses en surface, elles sont superposées aux Sables de Fontainebleau.

I. — *Dépôts récents.*

La constitution de ces dépôts récents est d'ailleurs assez variable dans le détail, comme il est naturel.

Ils sont particulièrement épais dans le *sondage 4*, fait à l'intérieur de l'ancien Potager (fig. 2). Les Sables de Fontainebleau ne s'y rencontrent qu'à 4 m. 88 du sol, et encore il semble bien que 0 m. 45 de sable argileux (et même peut-être 1 m. 11 de sable vert situé au-dessous) ne soient pas en place, par comparaison avec les coupes fournies par les autres sondages ayant traversé la série régulière des Sables de Fontainebleau. Ce sont évidemment des *sables remaniés*, apportés par ruissellement et alluvionnement dans le fond de l'ancien étang, au-dessus des Sables de Fontainebleau en place.

Au-dessus de ces sables alluvionnaires, viennent 1 m. 02 d'argile panachée sablonneuse, puis 2 m. 43 d'un sable vaseux renfermant encore des roseaux incomplètement pourris, surmonté enfin par 1 m. 45 de terrain de remblai par lequel a été achevé le comblement de cet étang pour l'établissement du Potager.

Dans le *sondage 3*, exécuté dans une partie plus haute de l'ancien potager (porte en face de la Rue des Bourbonnais), rien ne représente plus ces anciens dépôts et l'on a immédiatement pénétré dans une grande épaisseur de Sables de Fontainebleau au-dessous d'un peu de terrain de remblai.

Par contre, dans le *sondage 2*, foré au bord de l'Allée du Potager, qui longe la Pièce d'eau des Suisses du côté est, on a retrouvé, au-dessous de 0 m. 95 de remblai, 2 m. 13 d'une argile sablonneuse noirâtre, puis 0 m. 42 d'une vase noire malodorante; par dessous, avant d'atteindre les Sables de Fontainebleau en place, 0 m. 98 de sables argileux, d'abord verts, puis gris, sont évidemment encore remaniés et appartiennent aussi aux formations récentes de l'Étang du Potager (fig. 3).

Un ancien sondage, d'une série antérieure¹, avait été foré auprès du précédent (*forage 5°*) sur le bas-côté de l'Allée du Potager. Les renseignements que j'ai eus sur ses résultats indiquent qu'il a traversé, au-dessous de 1 m. 45 de terre végétale et terrain de remblai ayant servi à constituer l'allée, une épaisseur de 2 m. 90 d'argile panachée sablonneuse, puis d'argile verte légèrement sableuse. Au-dessous, avant d'atteindre les sables verts plus ou moins argileux qui constituent la partie inférieure des Sables de Fontainebleau, ce forage avait recoupé 0 m. 80 de sables avec rognons de grès vert, qui semblent bien être encore le résultat d'un transport alluvial dans le thalweg en question (qui recevait plusieurs ruisseaux, d'après l'ancien plan reproduit dans la figure 1), car aucun des autres sondages n'a rencontré de semblables grès en place.

En suivant l'Allée du Potager du côté du Nord, le *sondage 1* n'a rencontré aucune formation récente de cette nature. Comme pour le sondage 3, mais sur l'autre rive de l'ancien étang, on est immédiatement entré, au-dessous du remblai ayant servi à constituer la rampe de l'allée, dans une épaisse série de Sables de Fontainebleau en place. L'ancien *forage 6°* voisin a aussi pénétré directement dans ces sables au-dessous de la terre végétale.

Au contraire, du côté du Sud, l'ancien *forage 2°*, fait à 5 m. 50 de profondeur, à 30 m. du bord de la Pièce d'eau, en face le jardin de l'École Jules Ferry, a rencontré encore une faible épaisseur de dépôts récents. Les renseignements que j'ai eus sur ce sondage manquent malheureusement de précision, ou plutôt de concordance, provenant de deux sources différentes. Au-dessous de 0 m. 70 (ou de 1 m.) de terrain rapporté, il aurait traversé 0 m. 55 de tourbe sableuse (ou 0 m. 50 de tourbe et vase un peu verte) au-dessus des Sables de Fontainebleau jaunes. C'était donc là une ancienne bordure marécageuse appartenant à la zone des dépôts récents, mais déjà en dehors de l'Étang du Potager.

On peut d'ailleurs noter que, dans la région basse du parc de l'ancien Séminaire (École Jules Ferry), il avait été fait un autre ancien sondage (*forage 3°*). Bien que cette région soit très basse et qu'il y existe actuellement une pièce d'eau, ce forage n'a traversé que 0 m. 45 de terre végétale tourbeuse au-dessous de 0 m. 75 de terrain de remblai et 0 m. 15 de glaise grise, au-dessus des Sables de Fontainebleau, dans lesquels le forage a été arrêté à 8 m. 20 de profondeur. L'humidité de cette région tient au peu de profondeur à laquelle se trouve là la nappe phréatique, l'eau étant montée à 1 m. 40 du sol ; mais on voit qu'on se trouve en dehors de l'ancienne zone marécageuse. Ces divers résultats concordent avec le plan de la figure 1.

Par contre, le *sondage 7*, tout à fait récent, exécuté en novembre 1915, postérieurement à ma première communication à la Société

1. J'ai distingué par l'indice ° les sondages de cette série, sur lesquels les renseignements sont assez peu précis et dont, à ma connaissance, les emplacements ne sont même pas tous exactement repérés.

géologique, presque à l'angle de l'Allée du Potager et de celle des Peupliers, a fourni un résultat assez inattendu¹.

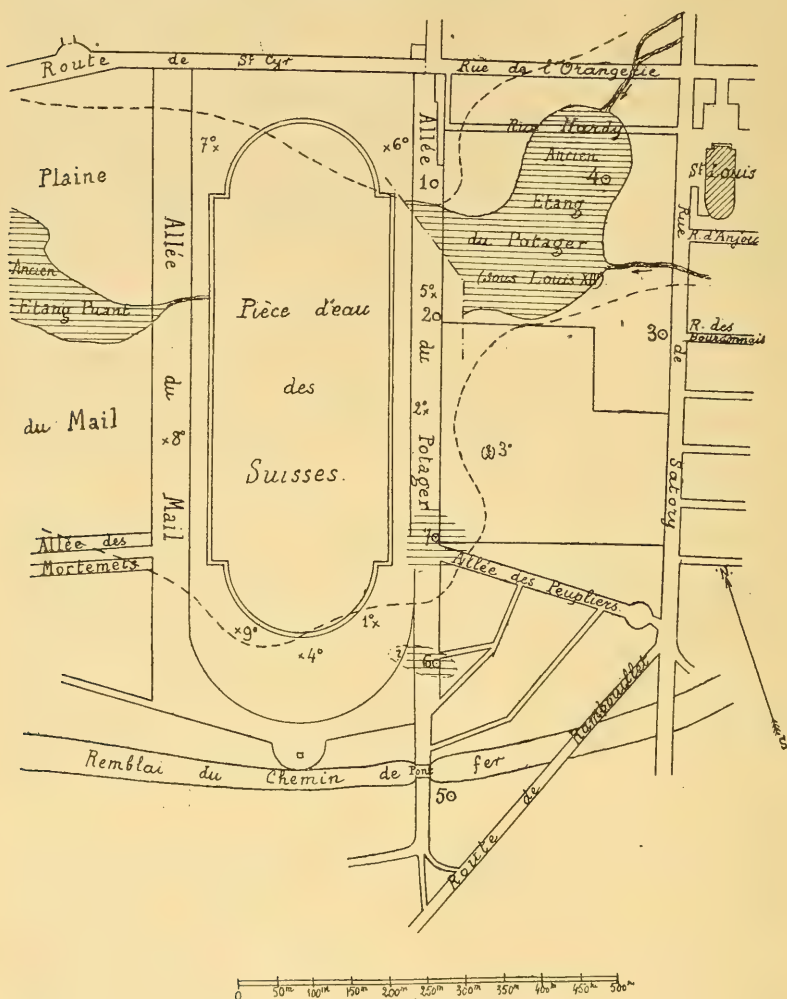


FIG. 2. — EMBLEMENTS DES SONDAGES UTILISÉS.

1 à 7. Sondages récents (1913-1915).

1° à 9°. Emplacements approximatifs des anciens forages de la série °.

==== Anciens étangs représentés dans la figure 1 (Étang du Potager et Étang Puant), et anciennes dépressions marécageuses mises en évidence par les sondages 6 et 7.

----- Limite approximative des formations alluviales qui s'étendent, vers l'Ouest, sous la plaine de Mail.

1. Les cotes auxquelles ont été figurés les divers terrains traversés par ce sondage dans la coupe de la figure 3 sont à relever de 1 m. environ (1 mm. 1/2 à l'échelle du dessin), ainsi que le niveau du sol en ce point (121,79) ; le nivellement de ce sondage n'a été fait qu'après le dessin de ma coupe.

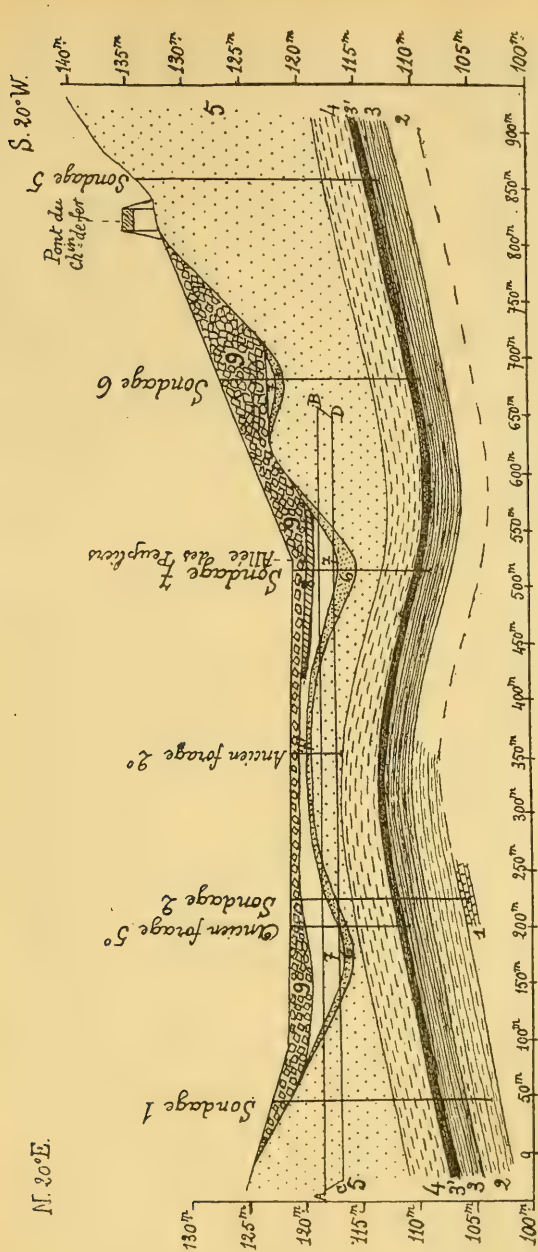


FIG. 3. — Coupe suivant l'allée du Potager (le niveau de l'eau de la Pièce d'eau des Suisses est projeté sur cette coupe en AB, et le fond de celle-ci approximativement en CD).

1. Marnes blanches et rognons calcaires (calcaire de Brie).
2. Marnes bariolées.
3. Marnes vertes à Huîtres.
- 3'. Argile verte ou noire, terminant les marnes vertes.
4. Sables argileux, en général verdâtres, de la base des Sables de Fontainebleau.
5. Sables jaunes, sables à lapins (Sables de Fontainebleau).

6. Sables argileux remaniés (base des formations alluviales).
7. Vases des anciens étangs surmontés par de nouveaux sables argileux.
- 7'. Tourbe.
8. Ancien sol végétal du sondage 7.
9. Remblais.

Au-dessous de 1 m. 10 de remblai, puis de 0 m. 78 d'un *ancien sol végétal*, il a traversé 1 mètre d'argile sablonneuse noirâtre et 0 m. 95 d'argile grise, appartenant manifestement à une formation similaire à

celle de l'ancien Étang du Potager et d'ailleurs située au même niveau. Au-dessous, 1 m. 29 de sable gris argileux (et même peut-être encore 1 m. 17 de sable argileux jaunâtre) sont encore des sables remaniés, surmontant les Sables de Fontainebleau en place et représentant toujours le début du comblement d'une dépression par simple ruissellement des versants sableux voisins et du plateau de meulière superposé.

Mais il est à noter qu'aucun ancien plan datant de l'époque de Louis XIV ne fait mention d'un étang en ce point, soit indépendant, soit comme dépendance de celui du Potager. Cela est d'accord avec l'existence d'un ancien sol végétal déjà assez épais au-dessous du remblai de l'allée, datant de Louis XIV, pour montrer que l'ancienne dépression existant en ce point et qui primitivement avait été un étang analogue à celui du Potager, *était déjà asséchée lors des travaux d'aménagement du domaine de Versailles* exécutés sous Louis XIV. On ne peut figurer que d'une façon tout à fait hypothétique (fig. 2) la limite de cette ancienne dépression correspondant probablement à un ancien thalweg distinct de celui de l'Étang du Potager, mais se réunissant à celui-ci dans la dépression originelle qui a été régularisée pour donner la Pièce d'eau des Suisses.

Il est aussi assez curieux que le *sondage 6*, situé encore sur le bas-côté de l'Allée du Potager, mais vers le milieu de la rampe artificielle qui monte du bas de l'Allée des Peupliers au pont du chemin de fer, ait encore rencontré, au-dessous de 4 m. 20 de remblai ayant servi à édifier cette rampe, une épaisseur de 0 m. 80 de vase noirâtre et 0 m. 70 de sable argileux gris, surmontant les véritables Sables jaunes de Fontainebleau en place. C'est évidemment encore là une formation analogue aux précédentes, bien que moins épaisse. Mais elle leur est nettement supérieure en altitude et ne saurait probablement se rattacher directement à elles. Il semble assez probable qu'il s'agit de dépôts formés dans un petit thalweg ou même une simple petite mare vers le pied du coteau de Satory, de même que ceux qui actuellement peuvent se produire dans la région marécageuse existant au delà du remblai de la ligne du chemin de fer, où viennent stagner les eaux provenant de la partie avoisinante du plateau de Satory.

Divers autres anciens sondages de la série ^o, distribués autour de l'extrémité sud et du bord ouest de la Pièce d'eau, ont traversé d'anciens dépôts alluviaux. Il n'a pas été conservé, à ma connaissance, de renseignements à cet égard pour le *forage 1^o*, fait simplement à 3 m. de profondeur, à la pompe Pilter ; le seul renseignement est qu'il a été arrêté dans le Sable jaune de Fontainebleau, fin et mouvant.

Le *sondage 4^o*, fait à 6 m. de profondeur, dans l'axe de la Pièce d'eau, à 30 m. du bord, n'a traversé que 0 m. 85 de terrain de remblai au-dessus des Sables de Fontainebleau.

Par contre, le petit *sondage 9^o*, fait à 1 m. 55 seulement de profondeur, à 30 m. du bord derrière la source des Tambours, a traversé 0 m. 60 de « terre végétale et cailloux », puis 0 m. 40 de tourbe sableuse, au-dessus des Sables de Fontainebleau. L'ancienne dépression

marécageuse débordait donc là un peu la limite actuelle de la Pièce d'eau.

Le sondage 8°, dont l'emplacement a été indiqué approximativement sur l'Allée du Mail, a été poussé à 2 m. 30 de profondeur ; il a traversé 0 m. 50 de terre végétale, puis 1 m. 30 d'argile et cailloux et 0 m. 50 de sable un peu argileux (remanié ou en place ?).

L'ancien forage 7°, vers l'angle nord-ouest de la Pièce d'eau, à 30 m. du bord de l'eau, en face les deuxièmes Cent-marches, a été poussé à 2 m. 95, au travers de 0 m. 60 de terre végétale, puis 1 m. 60 d'argile avec galets, au-dessus des sables gris et jaunâtres.

En résumé, tout le bord occidental de la Pièce d'eau montre des terrains d'alluvion récents qui, évidemment, s'étendent plus ou moins sous la Plaine du Mail. Par contre, l'extrémité semi-circulaire septentrionale a été creusée uniquement dans les Sables de Fontainebleau du pied de la colline qui supporte le château.

Ce qui précède montre qu'on ne saurait, sans affleurements ou sondages, déduire de la constatation d'un sous-sol argileux dans cette région l'existence d'un affleurement des Marnes à Huîtres ou des Marnes vertes inférieures aux Sables de Fontainebleau.

II. — *Allure des couches tertiaires.*

Pour mettre en lumière l'allure tectonique des couches tertiaires, il suffit évidemment d'avoir un repère stratigraphique, même local, qui soit bien précis. Celui-ci est fourni, dans les sondages en question, par la séparation des marnes vertes à Huîtres et des sables verts argileux qui forment la base des Sables de Fontainebleau.

Parmi les sondages récents de l'Allée du Potager ayant donné des indications précises, 1 et 2 n'ont rencontré la base des sables bleuâtres ou verdâtres un peu argileux qui forment là la partie inférieure des Sables de Fontainebleau qu'à une profondeur de près de 14 m. pour le premier (cote 108,91) et d'environ 9 m. pour le second (cote 112,18). On rencontre d'abord, par dessous, un banc peu puissant (0 m. 35 dans 1 et 0 m. 60 dans 2) d'une *argile noire* onctueuse, sans fossiles, qui se rencontre aussi dans le sondage 3 (0 m. 44 d'épaisseur). Ce niveau d'argile noirâtre semble assez local comme coloration ; car sa place est tenue, dans les derniers sondages exécutés, par une *argile verte*, traversée sur 0 m. 64 dans le sondage 6, au milieu de la rampe du Pont Louis XIV, sur 0 m. 65 dans le sondage 5, au delà du chemin de fer et sur 0 m. 62 dans un autre sondage assez éloigné, situé au bord de l'Allée des Mortemets, près de la gare des Matelots. Ces résultats montrent la constance de ce niveau dans la région, malgré ses variations de couleur.

Au-dessous de lui, dans tous les sondages qui ont traversé cette couche argileuse, viennent des marnes verdâtres avec nombreux débris de fossiles (fragments d'Huîtres), principalement à leur partie supérieure ; elles ont été traversées sur 2 m. 84 dans le sondage 1 et sur 2 m. 80 dans le sondage 2. Le sondage 3 a été arrêté au milieu de ces marnes, qui y présentent d'ailleurs une couleur localement noirâtre, comme le banc argileux supérieur, tout en renfermant les mêmes débris de fossiles qu'ailleurs, ce qui semble indiquer que cette coloration accidentelle doit avoir une origine locale, peut-être en relation avec l'existence de l'ancien étang vaseux du Potager au-dessus. Les mêmes marnes vertes ont été retrouvées dans les sondages 5 et 6 au-dessous de l'argile verte, mais ces sondages ne les ont pas traversées entièrement, car ils avaient pour but simplement la constatation de l'existence du substratum imperméable des Sables de Fontainebleau.

Les sondages 1 et 2 avaient d'ailleurs été poursuivis assez profondément pour qu'aucun doute ne pût exister sur l'identification de ces marnes. Le sondage 2 a traversé, au-dessous d'elles, des bancs successifs, plus minces, de marnes blanche, verte, grise et bleue (épaisseur totale 2 m. 34) ; elles reposent sur un banc de rognons calcaires (0 m. 39), équivalent des Calcaires de Brie, puis sur des marnes calcaires, dans lesquelles a été arrêté le sondage. Quant au sondage 1, moins complet à cet égard, il n'a traversé, au-dessous de l'épaisse marne verte avec débris d'Huîtres, que des marnes blanche, bleue et grise, où l'on s'est arrêté après un fonçage de 2 m. 45.

Tels sont les seuls résultats stratigraphiques fournis par ces sondages sur la composition du substratum des Sables de Fontainebleau. Mais ces forages ont été particulièrement intéressants au point de vue de l'allure des couches tertiaires dans la région, en y démontrant l'existence d'ondulations relativement très accusées.

Nous avons vu que la base des Sables de Fontainebleau, définie par la rencontre de la couche argileuse sous-jacente, s'observe à la cote 108,91 dans le sondage 1, vers l'extrémité nord de la Pièce d'eau. Dans le sondage 2, situé à une distance de 175 m. environ, elle se rencontre à la cote 112,18 ; il en résulte donc un relèvement très net des couches vers le Sud entre ces deux points. L'ancien sondage 5°, situé un peu avant l'emplacement de 2, a rencontré le même repère géologique à la cote 111,68, ce qui concorde entièrement avec le résultat précédent. Malheureusement, l'ancien forage 2°, situé plus loin sur le même alignement approximatif que les précédents, a été arrêté à la cote 115,48, sans avoir achevé de traverser les sables ; en tout cas, il n'est pas incompatible avec la prolongation de ce relèvement des couches vers le Sud, mais l'absence de tout repère précis au milieu des sables ne permet pas de dire si ce relèvement se poursuit avec la même rapidité.

Cette constatation doit conduire à modifier, dans le détail, l'allure

des couches figurée sur la Carte géologique de M. Dollfus, puisque, d'après celle-ci, la Pièce d'eau des Suisses serait située sur le flanc méridional d'un grand anticlinal, ce qui entraînerait un relèvement des couches vers le Nord. Il faudra modifier de même, en le compliquant un peu, le tracé hypothétique des courbes de niveau de la base de la série tertiaire en relation avec les grands axes anticlinaux et synclinaux. Cela n'implique d'ailleurs aucunement l'inexistence de ceux-ci, puisque le percement du grand tunnel de Meudon, sur la ligne électrique des Invalides à Versailles, a montré qu'il existe dans cette région de nombreux plis secondaires parallèles, compliquant dans le détail les grandes ondulations des couches tertiaires du Bassin parisien.

Une étude sommaire du périmètre situé à l'Ouest de la Pièce d'eau, c'est-à-dire de la Plaine du Mail et de ses abords, m'avait d'ailleurs fait penser que le relèvement des couches observé dans la portion septentrionale de l'étang ne devait pas se poursuivre bien loin au Sud et qu'il ne devait être que le résultat d'un bombement local. C'est ce qu'a démontré d'abord le *sondage 5*, le premier qui ait été exécuté, sur ma demande, lorsque j'ai été amené à m'occuper de cette question (tous les autres sondages avaient été faits antérieurement). Ce sondage se trouve au delà de la ligne du chemin de fer, un peu en dehors de l'axe de l'Allée du Potager, car on n'avait pu s'installer dans la partie marécageuse située dans le prolongement de celle-ci.

La base des Sables de Fontainebleau y a été rencontrée à la cote 113,19, c'est-à-dire à peine plus haut que dans le sondage 2, et il y avait donc toute probabilité pour que l'existence d'un anticlinal dans la partie sud de la Pièce d'eau fût exacte, comme je l'avais pensé.

Le *sondage suivant* (n° 6), situé vers le milieu de la rampe qui monte au Pont Louis XIV, a confirmé ces prévisions, en démontrant qu'il existe un synclinal bien marqué à la suite de cet anticlinal. En effet, ce sondage n'a atteint la base des Sables de Fontainebleau qu'à la cote 110,56, c'est-à-dire à la fois plus bas que dans les deux sondages 2 et 5 entre lesquels il était compris ; entre ceux-ci, il existe donc une double ondulation des couches tertiaires, mais l'emplacement exact n'en était pas connu.

La question en était à ce point lorsque j'ai fait ma communication de l'été dernier. Il était cependant intéressant, pour des raisons techniques relatives à la Pièce d'eau elle-même, de savoir si l'anticlinal se relève assez pour amener jusqu'à l'affleurement dans la partie méridionale de l'étang, les argiles et marnes vertes inférieures aux Sables de Fontainebleau. Il existait, en effet, des présomptions en faveur de cette hypothèse, admise par MM. Matruchot et Desroche dans leur très intéressante *Etude sur les mauvaises odeurs de la Pièce d'eau des Suisses*. L'existence de la source des Tambours, à l'extrémité sud de la Pièce d'eau, semblait jalonner la continuation, jusqu'en ce point, du relèvement de la base des Sables de Fontainebleau, constaté par eux entre les sondages 1 et 2, et il en serait résulté que toute la partie méridionale de la Pièce d'eau aurait été creusée dans les Marnes

vertes. D'autre part, le bas de l'Allée des Peupliers est manifestement sur un sous-sol argileux, et même des marnes et argiles verdâtres s'y rencontrent sur l'Allée du Potager. Enfin, vers le même point, il existe, au bord de l'étang, une petite source invisible en temps ordinaire, mais qui était mise en évidence, lors des grandes gelées de la fin de janvier 1914, par le fait que la surface de l'étang y était restée libre de l'épaisse couche de glace qui existait ailleurs. Or, cette source jalonnait exactement la prolongation du relèvement des marnes vertes entre les sondages 1 et 2.

Cependant, malgré tous ces indices, j'étais resté dans le doute au sujet de cette prolongation jusqu'en ces points, ainsi que je l'avais exposé à la Société. J'avais pensé qu'il fallait se défier de l'existence de couches argileuses récentes en cette région, analogues à celles de l'ancien Étang du Potager, bien qu'on fût en dehors des limites connues de cet ancien étang. D'autre part, j'avais réservé mon opinion au sujet de l'attribution à des couches en place des marnes vertes qu'on voit çà et là sur l'Allée du Potager vers le bas de celle des Peupliers. On sait, en effet, que l'imperméabilité de la Pièce d'eau a été réalisée par un corroi et il ne me paraissait pas du tout certain que les argiles et marnes vertes ayant servi à faire ce corroi aient été, comme on a pu le penser, trouvées sur place dans la fouille de l'étang. Dans l'angle nord-ouest du Parc de Versailles, près de la Porte de Bailly, il existe d'anciennes exploitations d'où ont été extraites des masses considérables de ces matériaux, évidemment pour l'aménagement du domaine ; si l'on n'a pas trouvé sur place les argiles et marnes vertes nécessaires au corroi de la Pièce d'eau, on a pu se les procurer dans ces carrières.

Enfin, en ce qui concerne la source des Tambours, des renseignements sur un ancien sondage (4°), exécuté suivant l'axe de la pièce d'eau, à 30 m. du bord, indiquent que celui-ci a été arrêté à la cote 114, 82, toujours dans les Sables de Fontainebleau et même dans les sables jaunes mouvants qui ne sont certainement pas à la base de la formation, alors que le niveau de la source en question est très voisin de celui de la surface de l'étang (118, 37). Cependant comme cette source est déjà à quelque distance au Nord du sondage 4°, il n'était pas impossible que le substratum imperméable des Sables de Fontainebleau y vienne affleurer, ainsi que vers le bas de l'Allée des Peupliers, mais alors sur une étendue extrêmement restreinte, dans l'axe d'un anticlinal très accusé, principalement sur son flanc sud.

Depuis lors, ainsi que je l'ai dit plus haut en ce qui concerne les dépôts récents, le nouveau *sondage* 7, dont j'avais demandé l'exécution, a pu être fait. Ce sondage lève toute indécision, car le sommet des marnes vertes n'y a été rencontré qu'à 10 m. 84 de profondeur, soit à la cote 110,95, c'est-à-dire *notablement plus bas que dans le sondage 2 et à peine plus haut que dans le sondage 6*. Là où l'on pouvait s'attendre à trouver le sommet de l'anticlinal, on est donc déjà dans la partie déclive du synclinal, comme l'indique la coupe ci-jointe ¹.

1. Cette coupe doit être sensiblement modifiée en ce qui concerne ce point, par suite du relèvement de la cote du sol (d'environ 1 mètre) qui a été précédemment

Il ne peut donc subsister de doute que, nulle part, les Marnes vertes ne peuvent venir affleurer au bord de la Pièce d'eau des Suisses. Il est, tout au plus, possible (sans que cela d'ailleurs me semble probable) que le fond de la fouille faite pour la création de cet étang artificiel ait touché ces marnes aux points les plus hauts de l'anticlinal. En effet, le relèvement fort régulier des couches vers le Sud constaté dans les sondages 1, 5° et 2 ne saurait évidemment cesser immédiatement après le sondage 2, à moins d'une coïncidence tout à fait fortuite. Il semble légitime d'admettre que l'axe de l'anticlinal puisse se trouver quelque part vers le sondage ancien 2°, ainsi que je l'ai figuré hypothétiquement dans ma coupe, et que le sommet des marnes vertes y puisse atteindre environ 114 m. d'altitude ; mais je ne crois pas qu'il dépasse cette cote.

De la sorte, on aurait, sur le flanc sud de l'anticlinal, une dénivellation d'environ 3 ou 4 m. sur une distance horizontale voisine de 160 m. ; sur le flanc nord du même anticlinal, entre les sondages 1 et 2, la dénivellation des couches est de 3 m. 21 sur 177 m. On voit que ces ondulations sont de même ordre que celles qui ont été constatées dans le tunnel de Meudon (ligne électrique des Invalides à Versailles R. G.) et qui ont causé les difficultés imprévues rencontrées dans le percement du tunnel.

III. — *Allure de la nappe aquifère des Sables de Fontainebleau.*

Bien qu'il n'ait pas été fait d'observations systématiques des variations du niveau de la surface libre de la nappe phréatique qui imprègne les Sables de Fontainebleau, il me semble intéressant de donner les indications sommaires suivantes sur les altitudes auxquelles a été rencontrée cette surface libre dans les divers sondages, au cours des travaux.

Dans le sondage 5, au delà du Pont Louis XIV, le niveau a varié, du 27 décembre 1913 au 30 janvier 1914, depuis la cote 124,66, au début, jusqu'à 123,82 le 26 janvier, pour remonter à 124,16 le 30 janvier.

Dans le sondage 6, le niveau d'eau dans le tube s'est tenu, pendant le forage, entre les cotes 122,39 et 122,80, alors que le sommet des sables recouverts par la vase noire est à 121,95. La nappe est donc là légèrement captive sous cette vase imperméable. Si l'on compare ces niveaux à ceux que je viens de donner pour le sondage 5, bien que les observations n'aient pas été faites aux mêmes dates, ce qui évidemment

indiqué ; dans cette coupe, telle qu'elle a été dessinée d'après un nivellement approximatif et provisoire, la base des Sables de Fontainebleau serait un peu plus élevée que dans le sondage 6, alors que c'est l'inverse. Le dessin de l'allure des couches en ce point devrait donc être quelque peu modifié, mais cela n'infirme pas le fait que le sommet de l'anticlinal doit se trouver au voisinage du sondage 2° et le synclinal entre les sondages 7 et 6.

ne les rend pas entièrement comparables, on voit qu'il y a entre ces deux points, distants de 175 m. environ, une dénivellation de la surface de la nappe qui est de l'ordre de 1‰. La pente du terrain en ce pied du coteau de Satory est d'environ 4‰ seulement ; cela peut donner une idée des frottements internes dans la masse sableuse imprégnée d'eau qui donne lieu à cette perte de charge relativement élevée.

La même nappe a été rencontrée dans l'un des anciens sondages (4°), dont j'ai précédemment parlé ; d'après les renseignements assez peu précis que j'ai eus à son sujet, le niveau de l'eau est monté à une cote d'environ 120, 30. En le comparant aux chiffres donnés pour le sondage 5, la pente de la surface de la nappe doit être d'environ 1,15‰.

Dans la direction de la ville, le niveau de la nappe, soit libre, soit plus ou moins captive sous les formations argilo-tourbeuses de l'ancien Étang du Potager, a été reconnu dans les divers sondages exécutés de ce côté. Son allure est naturellement en relation avec la surface topographique, dont elle suit à distance les ondulations, mais d'une manière atténuée.

Les divers sondages exécutés le long de l'Allée du Potager ont rencontré le sommet de la nappe aux cotes suivantes, très voisines les unes des autres et différant de 0 m. 50 environ du niveau de la Pièce d'eau (118, 37) :

Sondage 2° : 118, 83. Sondage 2 : 118, 82 à 118, 76. Sondage 5° : 118, 88. Sondage 1 : 118, 84 à 119, 52. Ce dernier chiffre est peut-être anormal et peut tenir à une cause accidentelle, que je ne saurais indiquer, n'ayant pas suivi l'exécution de ce forage ; il est possible aussi qu'il soit en relation avec le relèvement du sol, déjà assez net au sondage 1, par rapport aux sondages précédents.

Par contre, les deux sondages du jardin de l'École d'Horticulture (ancien Potager) ont naturellement fourni des cotes plus élevées. Le sondage 4, où la surface du sol est à la cote 122, 67, avait son niveau d'eau à 120, 18. Dans le sondage plus éloigné 3, où la cote du terrain est 125, 66, le niveau de l'eau a varié entre 123, 30 et 123, 23.

Si nous comparons ces niveaux dans les deux sondages 2 et 3, on aboutit à une dénivellation de la nappe d'environ 4 m. 50 pour une distance horizontale de 305 m., soit d'environ 1,5‰. On obtient encore la même valeur approximative entre les anciens sondages 3° et 2°, disposés à peu près de la même façon l'un par rapport à l'autre, la ligne qui les joint étant sensiblement dirigée suivant la pente du terrain.

La comparaison des résultats des sondages 4 et 1 ne donne que 0,61‰ pour la pente de la surface de la nappe ; mais il faut observer que le point 1 n'est pas rigoureusement en aval de 4, étant déjà surélevé par rapport à la Pièce d'eau et en dehors de la zone de ses anciennes alluvions, tandis que le sondage 4 a été fait sur l'emplacement de l'ancien Étang du Potager. Par suite, en passant de l'un de ces sondages à l'autre, on n'observe que la différence entre la dépression de la nappe suivant la pente du thalweg, de 4 vers l'aval, et le relèvement de son niveau au sondage 1, situé en dehors.

La dépression de la nappe ainsi constatée se poursuit d'ailleurs au-dessous de la Pièce d'eau des Suisses, dans la direction de la Plaine du Mail, où existait autrefois l'ancien *Étang Puant*. Nous avons vu que les divers sondages de l'Allée du Potager ont rencontré la nappe à un niveau voisin de 118, 80, c'est-à-dire supérieur d'environ 0 m. 50 à celui de la surface de l'eau dans la Pièce d'eau. D'autre part, les anciens sondages 4° et 9°, exécutés vers l'extrémité sud de celle-ci au pied du coteau de Satory, donnent respectivement les cotes 120, 30 et 119,78. Par contre, dans les deux anciens sondages 8° et 7°, faits sur le bord occidental, le niveau de l'eau a été respectivement à 117, 86 et 117,81, c'est-à-dire inférieur de 0 m. 50 environ à la surface de l'étang, dont l'origine artificielle est donc bien confirmée par cette constatation. Il en résulte, d'autre part, qu'il est nécessaire de maintenir son étanchéité pour assurer la constance de son niveau actuel.

Cet abaissement du niveau de la nappe se continue vers l'Ouest, sous la Plaine du Mail. Le fossé des Mortemets, au point où il devient souterrain pour aller rejoindre le grand égout qui longe la route de Versailles à Saint-Cyr, n'est plus qu'à la cote 114,42. D'autre part, la dépression transversale du niveau de la nappe sous le versant du plateau de Satory, constatée à l'extrémité méridionale de la Pièce d'eau des Suisses, se retrouve aussi très nette en cette région plus occidentale voisine de la gare des Matelots. La dalle qui recouvre le bassin de la petite source des Mortemets est à la cote 121, 92 ; d'autre part, un autre sondage effectué à côté du croisement de l'Allée des Mortemets et du chemin de fer du Génie a rencontré l'eau à la cote 120,80 environ, alors que le lavoir existant tout près de là sur le ruisseau des Mortemets se trouve à l'altitude 118,16 et que, comme nous l'avons vu une branche de ce ruisseau descend, au travers de la Plaine du Mail, jusqu'à 114,42 en drainant cette plaine marécageuse, où le niveau normal de la nappe reste à fleur de sol et s'abaisse avec la surface de celui-ci.

Ces variations fort rapides du niveau de la nappe qui imprègne les Sables de Fontainebleau (et les anciennes alluvions sableuses), dans une région aussi peu dénivelée que le sont les abords immédiats de la Pièce d'eau des Suisses et de la Plaine du Mail, indiquent l'importance des frottements internes qui s'opposent à l'établissement de l'équilibre hydrostatique dans ces couches, pourtant fort perméables, mais formées de sables à grain très fin. Cette conclusion est d'ailleurs confirmée par les résultats d'expériences faites au laboratoire sur la perméabilité de ces sables, ainsi que par ceux d'une expérience directe faite dans l'un des forages, où le niveau de l'eau avait été abaissé par pompage de 1 m. 50 environ ; sa vitesse d'ascension n'a guère dépassé 5 centimètres environ par heure au début, et elle est allée naturellement en décroissant lentement, à mesure que le niveau remontait et que la charge diminuait.

LES BRYOZOAIRESS FOSSILES DES TERRAINS DU SUD-OUEST DE LA FRANCE

PAR **F. Canu**¹.

PLANCHES III ET IV.

IX. AQUITANIEN².

En 1906, j'ai donné une première étude sur l'Aquitanien. Malheureusement elle était erronée car la localité de Sarcignan-Madeire n'appartient pas à cet étage. M. Bial de Bellerade m'ayant communiqué des matériaux importants et bien conservés, je peux maintenant donner une liste plus exacte des Bryozoaires aquitaniens et la véritable physionomie de la faune.

Les localités étudiées sont :

Noilhan (la Saubotte) près Villandraut, Gironde. — 11 espèces.

Léognan (Le Thil), Gironde. — 20 espèces.

Saint-Avit, Gironde. — 5 espèces.

Mérignac (Baour), Gironde. — 14 espèces.

Dax (Cabannes), Landes. — 2 espèces.

La première localité est sur l'horizon moyen ; les autres localités sont sur l'horizon supérieur.

Le gisement de Léognan (Le Thil) est intéressant : il a fourni le plus grand nombre d'espèces et de spécimens. Plusieurs de ces espèces encroûtent les petites Algues, de sorte que nous devons supposer ici une prairie marine mais dépourvue de grandes Algues.

La faunule aquitanienne comprend maintenant 42 espèces, sur lesquelles 7 seulement sont actuelles.

C'est une proportion très insuffisante, expliquée par les conditions sublittorales des divers gisements.

Un certain nombre d'espèces que nous avons signalées dans les étages inférieurs comme vivant encore dans les mers actuelles n'ont pas été retrouvées pour cette raison ; ce sont :

1. Note présentée à la séance du 21 juin 1915.

2. Voir : *B. S. G. F.*, (4), vi, 1906, p. 510 ; (4), viii, 1908, p. 382 ; (4), ix, 1909, p. 442 ; (4), x, 1910, p. 840 ; (4), xi, 1911, p. 444 ; (4), xii, 1912, p. 623 ; (4), xiii, 1913, p. 298 ; (4), xiv, 1914, p. 465.

Onychocella angulosa REUSS, 1847.
Micropora conacëa ESPER, 1797.
Micropora impressa MOLL, 1803.
Cribulina radiata MOLL, 1803.
Porella cervicornis PALLAS, 1768.
Cellepora coronopus S. WOOD, 1859.
Stomatopora major JOHNSTON, 1847.
Fulispasra varians REUSS, 1847.
Idmonea coronopus MILNE-EDWARDS, 1838.
Idmonea milneana D'ORBIGNY, 1839.
Hornera frondiculata LAMOUROUX, 1821.

Il est certain qu'elles seront trouvées dans les dépôts d'eau plus profonde synchroniques de notre Aquitanien. Le nombre réel des espèces actuelles, présumées ou observées directement, est donc de 18. La proportion 42 pour cent qui en résulte est très compatible avec le dépôt le plus inférieur du Miocène.

Enfin 22 espèces passent dans les étages supérieurs confirmant ainsi la position de l'Aquitanien dans le Miocène.

PYRIPORA TUBEROSA CANU, 1906.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 512, pl. XII, fig. 7.

Aquitanien moyen : La Saubotte.

MEMBRANIPORA FALLOTI CANU, 1906.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 511, pl. XII, fig. 1.

Aquitanien moyen : La Saubotte.

MEMBRANIPORA CONCATENATA REUSS, 1864.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 511, pl. XII, fig. 3.

Cette espèce doit être un *Electra*.

Aquitanien moyen de la Saubotte.

MEMBRANIPORA REYII CANU, 1909.

Voir *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 443, pl. XV, fig. 2.

Le zoarium est bien cylindrique et vincularioïde, mais il est creux et devait encroûter des petites Algues.

Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil) et de Saint-Avit (Landes).

Burdigalien de Léognan (Coquillat) et de Saucats (Le Peloua).

Collection Bial de Bellerade.

FARCIMIA HLANS REUSS, 1869.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 512, pl. XII, fig. 9.

Aquitanien moyen de la Saubotte.

22 août 1916.

Bull. Soc. géol. de Fr., XV. — 21.

TROCHOPORA CONICA DEFRANCE, 1833.

Voir *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 456, pl. XVIII, fig. 3.

Aquitanien supérieur de Mérignac (Baour).
Helvétien de Salles.

RHAGASOSTOMA SPINIFERA CANU, 1914.

Voir *B. S. G. F.*, (4), XIV, p. 469, pl. xv, fig. 7.

Le zoarium encroûtait les petites Algues
Aquitanien supérieur : Léognan (Le Thil).
Espèce assez commune dans les faluns de Touraine.

CUPULARIA HAIDINGERI MANZONI, 1876.

Voir *B. S. G. F.*, (4), XIII, p. 124.

Aquitanien supérieur : Mérignac (Baour). Collection Bial de Bellerade.

CUPULARIA UMBELLATA DEFRANCE, 1823.

Voir *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 448, 457, pl. xvi, fig. 16

Aquitanien supérieur : Saint-Avit, Mérignac (Baour), Dax (Cabannes).

Burdigalien de Mérignac (Pontic), de Saucats (Lagus), de Saint-Médard.

Helvétien : Salles (Mios), Salles (Largileyre), Clermont (Landes).

Toutes ces localités sont de la collection Bial de Bellerade et de la collection Duvergier.

Cette espèce actuelle n'a pas encore été observée plus bas que le Miocène.

LUNULITES BURDIGALENSIS CANU, 1909.

Voir *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 446, pl. xvi, fig. 14, 15.

C'est un *Lunularia*.

Aquitanien supérieur : Saint-Avit, Mérignac (Baour).

Burdigalien : Saucats, Mérignac, Léognan.

Helvétien : Salles (Mios).

LUNULITES CONICA BUSK, 1859.

Voir *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 446.

Aquitanien supérieur : Saint-Avit, Mérignac (Baour).

Burdigalien : Saucats, Saint-Médard, Saucats (Le Peloua), Saucats (Giraudeau), Mérignac (Pontic), Léognan (Coquillat).

Helvétien de Salles, Salles (Largileyre), Clermont (Landes).

Toutes ces localités sont représentées dans la collection Bial de Bellerade.

STEGANOPORELLA ELEGANS MILNE-EDWARDS, 1838.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 513, pl. XII, fig. 12.

Nous avons pu nous convaincre que cette espèce très commune dans les terrains bordelais, n'est pas un *Micropora* tel qu'il est conçu maintenant. D'ailleurs en disséquant la zoécie, il est facile d'y observer les petits compartiments opésiulaires et le tube polypidien qui caractérisent le genre *Steganoporella*.

Aquitanien moyen : La Saubotte.

Aquitanien supérieur : Saint-Avit, Mérignac (Baour), Léognan (Le Thil).

Cette espèce est connue du Rupélien à l'Helvétien.

STEGANOPORELLA CAVATURA n. sp.

Pl. III, fig. 1, 2, 3.

Diagnose. — Le *zoarium* est unilamellaire, creux, cylindrique, et il encroûtait les tiges de petites Algues. Les *petites zoécies* (a) sont distinctes, peu allongées, elliptiques ; le cadre est saillant, granulé et il porte de chaque côté de l'apertura une fossette assez grande et assez profonde ; le cryptocyste est perforé de pores serrés et en quinconce. L'apertura est transverse, elliptique, munie distalement d'une arche vestibulaire. Les deux opésiules sont petites et placées sur la partie ascendante du cryptocyste. Le tube polypidien n'est pas visible extérieurement. Les *grandes zoécies* (B) sont allongées, non pourvues de fossettes sur le cadre ; le tube polypidien est visible extérieurement entre les échancrures opésiulaires.

		Petites formes	Grandes formes
		a	B
Zoécie	Lz =	0,60	0,80
	lz =	0,50	0,50
Apertura	ha =	0,14 — 0,18	0,22
	la =	0,24 — 0,30	0,30

Affinités. — La paire de fossettes qui ornent latéralement l'apertura, distingue cette espèce de *Steganoporella elegans* MILNE-EDWARDS, 1838 et de *Steganoporella brevis* n. sp. Elles se transforment parfois en tubérosités creuses. Nous en ignorons la fonction.

En inclinant la préparation environ à 45 degrés on peut voir le tube polypidien à l'intérieur des zoécies.

Localités. — Aquitaniens supérieur de Léognan (Le Thil). Collection Bial de Bellerade.

STEGANOPORELLA BREVIS n. sp.

Pl. III, fig. 4, 5.

Diagnose. — Le *zoarium* est uni ou bilamellaire ; il est libre ou encroûtant des algues. Les *zoécies* sont distinctes, soudées, courtes, elliptiques ; le cadre est épais, saillant et granulé ; le cryptocyste est profond orné de gros pores en quinconce. L'aperture est grande traverse semilunaire. Les deux opésiules sont petites et placées sur la partie ascendante du cryptocyste. Les *grandes zoécies* (B) ont une forme identique ; mais leurs dimensions sont un peu plus grandes.

$$\text{Apertura} \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,18 \\ \text{la} = 0,30 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,60 \\ \text{lz} = 0,50 \end{array} \right.$$

Affinités. — Cette espèce diffère du *Steganoporella cavatura* par l'absence de fossettes sur le cadre, par ses grandes zoécies peu différentes des autres et par la plus grande largeur de son ouverture (0,30 au lieu de 0,24).

Elle diffère du *Steganoporella elegans* par ses zoécies beaucoup plus courtes et par l'absence de très grandes zoécies (B).

Les chambres opésiculaires et le tube polypidien sont très visibles dans l'aperture en inclinant la préparation.

Localités. — Aquitaniens supérieur de Léognan (Le Thil).

Distribution géologique. — Helvétien de Sommières (Hérault). Collection Canu.

THALAMOPORELLA BURDIGALENSIS CANU, 1915.

Cette espèce existe aussi dans le Burdigalien. Il ne faut pas la confondre avec *Thalamoporella andegavensis* MICHELIN, 1845, espèce helvétique qui existe aussi dans nos terrains bordelais, mais qui encroûte les coquillages.

Localités. — Aquitaniens supérieur de Mérignac. Burdigalien de Léognan (Coquillat).

CELLARIA MUTABILIS CANU, 1909.

Voir B. S. G. F., (4), IX, p. 446, pl. xv, fig. 8.

Cette espèce paraît être le *Salicornaria marginata* GOLDFUS 1827, figurée par Reuss en 1864.

Aquitaniens supérieur de Mérignac (Baour).

Burdigalien de Léognan (Coquillat).

CELLARIA RHOMBIFERA GOLDFUS, 1838.

Pl. III, fig. 6.

1838. *Glaucanome rhombifera* v. MUNSTER in GOLDFUS. Petrefacta Germaniæ, I, p. 100, pl. xxxvi, fig. 6.
 1863. *Vincularia rhombifera* F. A. RÖMER. Die Polyparien des norddeutschen Tertiargebirges. *Palaontographica*, IX, p. 204.
 1864. *Salicoriana rhombifera* REUSS. Zur fauna des deutschen Oberoligo-cäns. *Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wissenschaften*, cl. L., vol. I, p. 628 (sep. 15), pl. xiv, fig. 7, 8, 10.

Apertura	{	ha = 0,8 la = 0,12	Zoécie	{	Lz = 0,44 lz = 0,22	Largeur du segment = 0,80

Affinités. — Miss Jelly dans son catalogue (p. 42) identifie cette espèce avec *Cellaria fistulosa* LINNÉ, 1758. C'est possible. Cependant nos matériaux ne sont pas suffisants pour confirmer cette assimilation ; nous n'avons pas trouvé encore notamment de spécimens munis d'avicellaires. Il faut discuter avec de nombreux zoaria.

Localité. — Aquitanien supérieur de Mérignac (Baour).

Distribution géologique. — Rupélien (Stampien) et Chattien (Aquitanien de mes notes précédentes) d'Allemagne (Reuss).

MICROPORELLA CILIATA LINNÉ, 1759.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 516, pl. xii, fig. 14.

Aquitanien moyen de la Saubotte.

SCHIZOPORELLA UNICORNIS JOHNSTON, 1849.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 516.

Aquitanien moyen de la Saubotte.

Burdigalien de Léognan (Coquillat).

HIPPOPORINA GLOBULOSA RÖMER, 1863.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 516.

Aquitanien moyen de La Saubotte.

HIPPOPORINA RAREPUNCTATA n. sp.

Pl. IV, fig. 6.

Diagnose. — Le *zoarium* encroûte les coquillages. Les *zoécies* sont courtes, peu distinctes ; la frontale est lisse et convexe, garnie latéralement de *rare areolæ*¹ un peu gros. L'apertura

1. Les *areolæ* (S. Harmer) sont les fossettes perforées marginales des zoécies. Elles servent au passage des bourgeons de l'endocyste qui forment la couche endocystique placée immédiatement au-dessous de l'ectocyste et qui sécrète parfois le

est relativement grande, ronde ou transverse ; elle est formée d'un grand anter ogival et d'un poster concave un peu plus large séparés par deux très petites cardelles ; sur le poster, il y a un petit mucron, d'autant plus saillant que la cellule est cachée et enfoncée. L'ovicelle est globuleux, saillant ; il s'ouvre largement au-dessus de l'opercule par un orifice spécial. L'*avicellaire* oral est allongé, elliptique, sans pivot et muni d'une pointe peu saillante.

Apertura $\left\{ \begin{array}{l} \text{la} \\ \text{la} \end{array} \right.$

Zoécie $\left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} \\ \text{Iz} \end{array} \right.$

Affinités. — Cette espèce diffère de *Hippoporina globulosa* RÆMER, 1863, par l'absence d'épines péristomiales, par l'absence de denticulation à l'anter, et par la grandeur de l'avicellaire péristomial.

Elle n'est pas non plus sans analogie avec l'actuel *hipporina hippopus* SMITT, 1876 ; mais elle est démunie de toute tubérosité frontale et son ovicelle est plus largement ouvert.

Localité. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil).

HIPPODIPLOSIA n. gen.

L'apertura est formée d'un anter et d'un poster égaux ou presque égaux séparés par deux cardelles. L'ovicelle s'ouvre par un orifice spécial au-dessus de l'opercule.

Historique. — Les espèces des genres *Hippoporina* et *Hippodiplosia* sont actuellement classées par beaucoup de zoologistes dans le genre *Lepralia* JOHNSTON, 1849. Mais le créateur, comme les auteurs suivants, appliquaient ce mot à toutes les espèces encroûtantes munies d'une frontale convexe : c'était un genre zoarial. En 1880, Hincks le restreint aux seules espèces encroûtantes ou non, munies de cardelles, et le transforme ainsi en genre zoécial. Les règles de la nomenclature autorisent, paraît-il, ces escamotages des définitions génériques. Nous sommes nombreux cependant les zoologistes qui refusons de nous conformer à ces règles et de détériorer l'œuvre de nos prédécesseurs. Aussi en 1895 Neviani crée le nom d'*Hippoporina* pour ces espèces

pleurocyste. Les autres pores frontaux sont des bourgeons de calcification. Il y a donc une différence de fonction dont il importe de tenir compte dans nos descriptions futures. Nous avons appelé tous ces pores « origelliens » d'après J. Jullien. Mais les travaux de S. Harmer montrent qu'ils ne sont pas identiques et qu'il convient de les distinguer d'après leur nature. Par extension nous appelons *areolæ* tous les pores marginaux des zoécies parce qu'ils ont la même nature que les pores areolaires proprement dits.

munies de cardelles. Dans toutes mes publications j'ai adopté le même mot.

En 1898, Waters¹ remarque qu'il y a deux sortes d'opercules dans le genre *Lepralia* : les uns sont très contractés latéralement, les autres ont des bords presque droits ; de plus les saillies destinées aux attaches musculaires ne sont pas identiques. L'orifice des premiers ressemble beaucoup à un fer à cheval et le nom d'*Hippoporina* peut leur être conservé. Les autres, dont l'anter et le poster sont sensiblement égaux et les cardelles peu saillantes offrent l'aspect de deux fers à cheval symétriquement disposés. Nous les classons maintenant dans le nouveau genre *Hippodiplosia*².

HIPPODIPLOSIA GRANULOSA n. sp.

Pl. III, fig. 7, 8.

Diagnose. — Le *zoarium* est unilamellaire, cylindrique, creux : encroûtait la tige de très petites Algues. Les *zoécies* sont distinctes, un peu allongées, très larges ; la frontale est un trémoiste orné de grosses *granules* régulièrement disposées en quinconce. L'apertura est très grande, elliptique, munie en son milieu d'une paire de petites cardelles ; le péristome est orné de deux à six grosses épines creuses. Quelquefois il y a un petit *avicellaire* oral, elliptique et muni d'un pivot.

$$\text{Apertura} \left\{ \begin{array}{l} \text{ha} = 0,23 \\ \text{lr} = 0,20 \end{array} \right. \quad \text{Zoécie} \left\{ \begin{array}{l} \text{Lz} = 0,55 - 0,60 \\ \text{lz} = 0,43 \end{array} \right.$$

Affinités. — Par la forme de l'apertura cette espèce est voisine du *Hippodiplosia* (*Lepralia*) *rarepunctata* REUSS, 1847. Elle en diffère par la présence de ses granules frontales et par ses grosses épines distales.

Elle diffère de *Hippodiplosia* (*Lepralia*) *semicristata* REUSS, 1847, dont l'apertura et le péristome sont absolument identiques, par sa frontale granuleuse absolument dépourvue de costules interaérolaires.

Elle diffère de *Hippodiplosia* (*Lepralia*) *asperrima* MANZONI, 1874 dont la frontale est identique par son apertura beaucoup plus grande, par la présence d'un avicellaire oral et par la présence d'une première paire d'épines plus grosses.

1. 1898. A. W. WATERS. Bryozoa from Madeira. *Journ. R. microscopical Society*, 1899, p. 7.

2. Les principes de la nomenclature synthétique commencent à pénétrer la nomenclature linnéenne. Tous les genres des *Tubucellariidae* commencent par le préfixe *Tubu*. Tous les genres à orifices munis de cardelles commencent par *Hippo*. Exemples : *Hippoporina* NEVIANI, *Hippodidina* LEVINSEN, *Hippodiplosia* nov.

Elle est très voisine de *Hippodiplosia elegans* CANU des faluns; elle en diffère par ses épines beaucoup plus grandes et par son avicellaire oral qui est petit et très inconstant.

Le mucron qui se développe devant l'apertura est très inconstant et n'a pas même de valeur spécifique.

Localité. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Très rare.

HIPPODIPLOSIA VERRUCOSA n. sp.

Pl. III, fig. 11, 12, 13, 14.

Diagnose. — Le *zoarium* est unilamellaire, creux; il encroûtait la tige de très petites Algues, surtout à leurs bifurcations. Les *zoécies* sont indistinctes; la frontale est très réduite; elle est occupée surtout par une grande chambre avicellaire et, latéralement, par quelques grosses tubules aréolaires. L'apertura est placée au fond d'une péristomie profonde; elle est elliptique et formée d'un anter et d'un poster plus petit séparés par deux cardelles. L'ovicelle s'ouvre largement au-dessus de l'opercule par un orifice spécial. L'avicellaire s'ouvre presque dans la péristomie; il est elliptique, muni d'un pivot et surmonte une vaste cavité frontale.

$$\text{Apertura} \begin{cases} \text{ha} = 0,20 \\ \text{la} = 0,15 \end{cases}$$

Variations. Affinités. — Le développement des « areolæ » est très remarquable dans cette espèce. Les perforations latérales primitives sont transformées en tubules *verruqueuses* très saillantes, très épaisses noyant l'avicellaire médian et provoquant la formation d'une forte péristomie. Très probablement les tiges du substratum sont très flexibles et trop fragiles pour supporter les zoaria un peu lourds; ceux-ci en augmentant leur volume diminuent leur poids et l'algue peut continuer à flotter.

La mandibule de l'avicellaire devient parfois très grande (pl. III, fig. 11); c'est un phénomène fréquent dans le genre et encore inexpliqué.

Un mucron (pl. III, fig. 12) remplace quelquefois l'avicellaire principalement sur les zoécies qui n'ont pas encore leurs tubes aréolaires.

Cette espèce est très particulière et très facile à déterminer.

Localité. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Collections Canu et Bial de Bellegarde.

LAGENIPORA TUBULOSA D'ORBIGNY, 1851.

Voir *B. S. G. F.*, (4), IX, p. 450, pl. xv, fig. 11.

Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil).

Burdigalien (?) de Dax.

SMITTINA REGULARIS REUSS, 1865.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 517, pl. xiii, fig. 15 à 19; IX, p. 451, pl. xvi, fig. 13.

Aquitanien moyen de la Saubotte et Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil).

Burdigalien de Léognan (Coquillat), de Saucats (Le Peloua).
Helvétien de Salles.

SMITTINA CONFLUENS REUSS, 1864.

Pl. IV, fig. 5.

1864. *Lepralia confluens* REUSS. Zur fauna des deutschen Oberoligocäns :
Sitzungsb. der k. Akad. de Wissenschaften, I, p. 637, pl. viii,
fig. 2, 3.

L'apertura est semilunaire avec un bord proximal, légèrement concave.

L'ovicelle est très fragile ; il s'ouvre dans une péristomie peu profonde.

L'avicellaire médian est très petit ; il ne s'ouvre pas dans la péristomie, il est un peu saillant.

Les areolæ sont très écartées en confirmation exacte de la figure de Reuss.

Localité. — Aquitanien supérieur de Mérignac (Baour).

Distribution géologique. — Chattien (Aquitanien de mes précédents mémoires) d'Allemagne (Reuss).

TUBUCELLARIA PUNCTATA CANU, 1906.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 516, pl. xiii, fig. 21.

Aquitanien moyen de La Saubotte.

TUBUCELLARIA BIPARTITA REUSS, 1869.

Voir *B. S. G. F.*, (4), xiv, p. 100, pl. xiv, fig. 6.

Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil).

Rupélien (Stampien) de Gaas et de Sarcignan-Madeire.

Pour être mieux conservés que le spécimen figuré en 1906, nos nouveaux spécimens sont encore très imparfaits.

MENISCOPORA AQUITANICA CANU, 1906.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 514, pl. XII, fig. 8 ; IX, p. 450, pl. XVI, fig. 23.

Le zoarium est lobé et ramifié.

Aquitanien moyen de la Saubotte et Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil).

Burdigalien de Dax et de Saucats (Le Peloua).

MENISCOPORA IRREGULARIS n. sp.

Pl. III, fig. 9, 10.

Diagnose. — Le zoarium est libre et bilamellaire. Les zoécies sont très irrégulières sur le fragment étudié. Il convient d'attendre des matériaux plus nombreux pour étudier les constantes de ces irrégularités.

Cette espèce diffère nettement du *Meniscopora aquitanica* CANU, 1906, par ses dimensions plus grandes et par son péristome allongé et non orbiculaire.

Localité. — Aquitanien supérieur de Mérignac (Baour).

ADEONA HECKELI REUSS, 1847.

1847. *Cellepora Heckeli* REUSS. Die fossilen Polyparien des Wiener Tertiärbeckens. *Haidinger's naturwissenschaftliche Abhandlungen* II, p. 85, pl. x, fig. 10.

1849. *Lepralia violacea* JOHNSTON. History of British Zoophytes, éd. 2, p. 325, pl. LVII, fig. 9.

1889. *Microporella Heckeli* J. JELLY. A synonymic catalogue, p. 184 (Bibliographie générale).

1909. *Adeona violacea* R. LEVINSEN. Morphological and systematic studies on the Cheilostomatous Bryozoa, p. 283, pl. xiv, fig. 1.

Localité. — Nous avons eu la chance de découvrir un très bon spécimen de cette espèce actuelle dans l'Aquitanien moyen de la Saubotte. Nous la figurerons dès que nous aurons de la place.

Distribution géologique. — Rupélien (Stampien) d'Allemagne (Reuss). Helvétien d'Italie (Seguenza), de France (coll. Lecointre). Tortonien d'Autriche-Hongrie (Reuss) et d'Italie (Seguenza). Plaisancien d'Angleterre (Busk) et d'Italie (Manzoni). Astien d'Italie (Seguenza). Sicilien de Rhodes (Manzoni), d'Italie (Seguenza, Neviani). Quaternaire d'Italie (Seguenza, Neviani, de Stefani).

Cette espèce manquait dans l'Aquitanien ; nous venons de l'y découvrir. Elle manque encore dans le Burdigalien. Elle est assez commune dans les faluns de Touraine et la collection Lecointre la comporte de 7 localités.

Elle existe toujours dans le Golfe de Gascogne où elle a été signalée en 1870 par Fisher.

Habitat. — Atlantique : Angleterre, Manche, Golfe de Gascogne. Floride (8 m. — 58 m.) Méditerranée : Naples (60 m.), Adriatique (33 m. — 90 m.). Mer de Chine.

C'est une espèce côtière.

SCHIZOSTOMA GIBBOSA CANU, 1915.

Cette espèce existe dans une douzaine de localités des faluns de Touraine (collection Lecointre). Nous donnerons une figure à la fin de cet ouvrage si nous avons de la place.

Localités. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil), de Mérignac (Baour).

Burdigalien de Léognan (Coquillat).

Collection Bial de Bellerade.

HOLOPORELLA TUBULOSA n. sp.

Pl. III, fig. 15, 16:

Diagnose. — Le *zoarium* est petit, unilamellaire, creux : il encroûtait les tiges des petites Algues marines. Les *zoécies saillantes* sont dressées, non orientées ; leur frontale est réduite et peu visible. L'apertur est elliptique ou orbiculaire, très finement crénelée ; le péristome est saillant, *tubuleux* ; il porte deux longues tubérosités et deux petits avicellaires pédicellés. L'ovicelle est recumbent (couché sur la paroi distale de la zoécie même) ; il s'ouvre par un grand orifice dans la péristomie bien au-dessus de l'opercule. Les longues épines et les longs avicellaires qui jaillissent entre les zoécies appartiennent aux *zoécies immergées*.

Localité. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil).

CELLEPORA GRANULOSA CANU, 1915.

Cette espèce encroûte aussi les tiges des petites Algues, ce qui donne un aspect tubuleux aux zoaria.

Je l'ai découverte dans les faluns de Touraine. Comme elle est figurée autre part, nous ne reproduirons une figure ici que si nous avons de la place.

Localité. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil).

ENTALAPHORA PROBOSCIDEA MILNE-EDWARDS, 1838.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 518 ; VIII, p. 383, pl. VIII, fig. 17 ; VI, p. 449.

Aquitanien supérieur de Mérignac (Baour). Un seul spécimen. Stampien de Sarcignan (Madeire).

Lutécien supérieur et Auversien de Biarritz.
Lutécien de Gibret et de Baigts.

ENTALOPHORA MACROSTOMA MILNE-EDWARDS, 1838.

Pl. IV, fig. 11, 12.

Voir *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 383, XI, p. 447.

La figure que nous donnons de cette espèce n'est qu'une des nombreuses variations de cette espèce. Nous avons relevé les dimensions micrométriques suivantes :

Orifice	= 0,10	Largeur	= 0,20
Péristome	= 0,16	Distance des orifices	= 0,40 à 0,60

Ces dimensions sont plus grandes que celles de *Entalophora gracilis* MILNE-EDWARDS, 1838, avec lequel nous pourrions peut-être le confondre, et dont les zoécies n'ont pas de plis transverses.

Localité. — Aquitanien supérieur de Dax (Cabannes).

Lutécien de Saint-Jean-de-Verges (Ariège).

Auversien de Biarritz.

Nous avons donné précédemment la distribution géologique de cette espèce.

ACTINOPORA PLICATA n. sp.

Pl. IV, fig. 1, 2.

Diagnose. — Le *zoarium* est orbiculaire ; il rampe sur la tige des petites Algues qu'il entoure complètement, ce qui lui donne un aspect *replié* et tubuleux. Les lignées radiales ont deux rangées de *zoécies*. Les espaces interlinéaires sont ridés concentriquement.

Localité. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Très rare.

FASCIGERA DIMIDIATA REUSS, 1847.

Pl. IV, fig. 3, 4.

1847. *Defrancia dimidiata* REUSS. Die fossilen Polyparien des Wiener Tertiärbeckens. *Haidinger's naturwissenschaftliche Abhandlungen*, II, p. 39, pl. VI, fig. 7.

1877. *Tubulipora dimidiata* MANZONI. I Briozoi fossili del Miocene d'Austria ed Ungheria. *Denkschriften d. k. Akad. d. Wissenschaften*, XXXVIII, II, p. 19, pl. XVII, fig. 67, pl. XVIII, fig. 72.

1893. *Tubulipora (Pavotubigera) dimidiata* A. NEVIANI. Briozoi fossili della Farnesina e Monte Mario presso Roma. *Palæontographia italica* I, p. 134 (58).

1896. *Tubulipora (Pavotubigera) dimidiata* A. NEVIANI. Briozoi postpliocenici di Spilinga (Calabria). *Atti Acc. Gioenia di Sc. nat. in Catania*, (4), IX, p. 59.

1900. *Tubulipora (Pavoduligera) dimidiata* A. NEVIANI. Briozoi neogenici delle Calabrie. *Palæontographia italica*, VI, p. 238 (124), pl. XIX (IV), fig. 27.

La détermination de ces sortes de Cyclostomes est toujours difficile, surtout si l'on ne possède pas d'importantes séries pouvant faire connaître les variations les plus habituelles. Ici, le zoarium est flabelliforme; mais il s'est développé sur la tige d'une très petite Algue qu'il entoure complètement; les marges se sont rejointes et soudées provoquant ainsi la formation de faisceaux plurisériés et méandriques comme en *Theonoe*.

Les espaces interlinéaires sont ridés concentriquement.

Localité. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Le type est dans ma collection.

Distribution géologique. — Helvétien de Touraine (collections Lecointre et Canu). Tortonien d'Autriche-Hongrie (Reuss). Plaisancien d'Italie (Manzoni). Sicilien d'Italie (Neviani). Quaternaire d'Italie (Neviani).

HORNERA STRIATA MILNE-EDWARDS, 1838.

Voir *B. S. G. F.*, (4), XII, p. 624, pl. xx, fig. 5-10.

Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil).

Burdigalien de Saucats (Le Peloua).

HORNERA RADIANIS DEFANCE, 1821.

Voir *B. S. G. F.* (4), IX, p. 454, pl. xvii, fig. 29, 30.

Je crois bien qu'il faudra unir cette espèce avec la précédente, car l'absence des sulcis dorsaux ne me paraît pas très constante.

Aquitanien supérieur de Mérignac (Baour).

Burdigalien de Léognan (Coquillat).

LICHENOPORA HISPIDA FLEMING, 1828.

Voir *B. S. G. F.* (4), VIII, p. 388, pl. vii, fig. 18.

Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil).

Cette espèce actuelle qui est très cosmopolite, a aussi une très grande distribution géologique. Elle existe notamment dans les faluns de Touraine.

LICHENOPORA ELLIPTICA n. sp.

Pl. IV, fig. 7, 8, 9, 10.

Diagnose. — Le zoarium est libre, cupuliforme, elliptique. Les zoécies sont disposées en lignées radiales complètes et toujours adjacentes. Les espaces interlinéaires sont occupés par des cancellis très gros. L'ovicelle est un grand sac se développant au centre même du zoarium.

Affinities. — Cette espèce diffère du *Lichenopora hispida* FLE-

MING, 1828, par ses zoécies qui ne s'éparpillent pas sur les marges zoariales où elles ne sont jamais disposées en quinconce.

Par la disposition de ses lignées radiales, elle est très voisine du *Lichenopora radiata*. Elle en diffère par son zoarium elliptique et plus grand (5 mm. au lieu de 3), par son ovicelle central et non placé entre les lignées, par des zoécies plus larges (0,14) que les espaces interlinéaires (0,10).

Localité. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil).

ETUDE SUR LA MOLASSE DE L'ARMAGNAC

PAR **G.-F. Dollfus**¹.

PLANCHES V ET VI.

SOMMAIRE. — I. Description des gisements typiques. — II. Description des coquilles fossiles. — III. Comparaison de la faune malacologique de Sansan avec les faunes voisines.

HISTORIQUE. — La classification des puissantes assises de Molasse qui couvrent l'Armagnac n'a pas encore été jusqu'ici bien fixée. V. Raulin, en 1868, admettait qu'on pouvait y distinguer deux étages séparés par un prolongement des faluns marins de Léognan et de Salles. Benoist et Linder, en 1888, ont considéré les sables de Simorre à *Dinotherium* comme culminants, séparés des calcaires de Sansan à *Helix Larteti* par les faluns de Salles. Jacquot, dans sa Carte géologique du département du Gers, dont il a extrait les feuilles d'Auch, de Lectoure et de Montréal pour la Carte géologique de la France à 1/80 000, a subdivisé également la Molasse de l'Armagnac en deux assises, en se basant sur des considérations minéralogiques qu'il a été impossible jusqu'ici de confirmer, et sur une raison stratigraphique qui eût été importante si elle avait été démontrée; il y signale et figure un poudingue à éléments calcaires et molassiques formant un horizon étendu et coupant la série en deux masses puissantes. Malheureusement M. Vasseur et les autres géologues qui ont parcouru cette région n'ont pas pu retrouver ce poudingue, et nous n'avons pas été plus heureux qu'eux. Il est à noter qu'il y a dans toute cette masse des lits graveleux à des altitudes très diverses, disposés obliquement, comme tous les grands apports fluviaux, parfois endurcis, toujours interstratifiés dans des sédiments plus fins, plus ou moins sableux ou argileux, mais qui sont sans aucune continuité ni étendue. Aucun d'entre eux n'est prépondérant.

Plusieurs bancs calcaires sont décrits comme des lentilles par Jacquot; M. Vasseur estime qu'ils sont disposés en demi-lune dont la concavité est ouverte vers l'Ouest; ces barres se suivent dans les coteaux sur une étendue plus ou moins grande, plon-

1. Note présentée à la séance du 21 juin 1915.

geant au N.W., et diminuant d'épaisseur dans cette direction.

Au point de vue paléontologique, Jacquot a bien cité les espèces de Vertébrés communs entre l'horizon de Sansan et celui de Simorre, qu'il considérerait comme supérieur, mais il n'a pas indiqué les espèces différentielles ; notons cependant qu'il a reconnu qu'aucun horizon marin ne s'intercalait dans la Molasse, mais que le niveau à *Ostrea crassissima* régnait au-dessus.

Dans sa note importante sur la classification des couches du système miocène M. Depéret avait laissé d'abord de côté nos couches du S.W. de la France ; mais il y est revenu dans une petite note spéciale, postérieure, dans laquelle, s'appuyant sur l'explication des feuilles de la Carte géologique, il a, lui aussi, cherché à diviser en deux la Molasse de l'Armagnac : au sommet le niveau de Simorre à *Dinotherium*, à la base celui de Sansan dans lequel le *Dinotherium* n'a pas encore été signalé, et qui aurait été situé à une altitude plus basse ; le tout étant raviné par les couches de Salles.

Mais nos observations sur le terrain ne confirment pas ces conclusions. Il nous semble que Louis Lartet en 1873 et Tournouër en 1874 ont déjà résolu la question. Tournouër dans sa note capitale sur les faluns marins de Sos, Gabarret, Manciet, etc., a montré que les faluns graveleux de Sos ravinaient la Molasse de l'Armagnac et ne s'y intercalaient pas, il a démontré que la faune de ces faluns marins du Gers était plus voisine de celle de la Touraine qu'aucune autre faune connue du bassin de la Gironde, et que son prolongement dans le Bordelais se faisait par les couches de Léognan, Pont-Pourquet, Cestas, ainsi que par les couches à *Ostrea crassissima* de l'Armagnac ; les couches de Salles étant bien au-dessus et ne s'étendant pas dans la région.

CLASSIFICATION. — De telle sorte que la place stratigraphique de la Molasse de l'Armagnac se trouve fixée à la base, comme superposée aux faluns de Bazas, c'est-à-dire à l'Aquitanien supérieur, et recouverte au sommet par les couches à *Ostrea crassissima* et les sables de Baudignan, appartenant à la base de l'Helvétien de la Gironde. Elle occupe donc la place pour laquelle M. Depéret a créé son étage burdigalien, situé à la base de son Miocène moyen. J'avais autrefois accepté les vues de Raulin, Benoist et Jacquot, sans vérification, et mon tableau des assises du Sud-Ouest (Etage Aquitanien, p. 17 et 71), donné en 1909, est à modifier ; j'ai hâte de corriger cette erreur que je considère maintenant comme très grave.

L'argument tiré de l'altitude relative des gîtes de Sansan et de Simorre est sans valeur ; il conduirait même à considérer inver-

sement Simorre comme plus ancien que Sansan ; en effet il existe toute une série de gisements semblables à celui de Simorre dans la région de Tournan sur la rive gauche de la Gèse et de la Save, disposés du Sud au Nord par Molas (alt. 280 m.), Tournan (274 m.), Sabaillan (270 m.), Sauveterre (260 m.), Lombez (245 m.), Samatan, en pente vers le Nord, en une bande presque parallèle au cours du Gers qui coule à une distance de 13 à 16 km. à l'Est, et dans la vallée duquel sont placés les autres gîtes de Seissan, Ornezan, Sansan (alt. 245 m.). Or comme toutes les couches plongent au Nord-Ouest, ce plongement, si réduit qu'il soit, fait passer les couches de la crête de Simorre (Tournan) *au-dessous* des couches de la mi-hauteur de Sansan. La position excentrique à l'Est met fatalement les sables de Simorre comme plus anciens que ceux de Sansan qui sont plus près du centre du bassin sans qu'ils soient à une altitude sensiblement plus basse.

Rien d'étonnant à ce que la faune de Vertébrés présente des différences, celle des Mollusques n'est pas la même, et ceci, parce que les conditions de gisement ne sont pas identiques. A Simorre, on trouve des coquilles fluviatiles : *Melania aquitanica*, *Melanopsis*, *Unio flabellifer* etc. ; à Sansan, on est sur le bord d'une mare tranquille avec des *Limnea*, *Pupa*, *Helix* et toute une population de petits Mollusques flottés apportés par un affluent bien calme. Rien à faire d'ailleurs avec la description de Bourguignat qui avoue n'avoir jamais mis les pieds à Sansan et qui en décrit toutes les particularités en une œuvre de pure imagination tant au point de vue stratigraphique qu'au point de vue malacologique.

Je n'ai pas visité la Molasse de Saint-Gaudens dans la Haute-Garonne et je ne puis rien en dire. M. Haug la fait remonter jusque dans le Sarmatien, c'est une étude à développer.

I. — Stratigraphie.

Gisement de Sansan (Gers). — Sansan est un village situé sur la rive droite du Gers à 13 km. au Sud de la ville d'Auch, composé d'habitations très disséminées il n'offre aucune ressource ; il faut s'établir à Seissan à 6 km. au Sud pour étudier le pays. Sansan est sur la rive droite du Gers, qui coule à l'altitude de 173 m. Pour atteindre la métairie propre de Sansan, on monte une colline de Molasse grumeleuse jaune et versicolore et après avoir dépassé la métairie (206 m.) on arrive à un petit mamelon couvert d'habitations abandonnées (alt. 245 m.) ; des fouilles ont été opérées presque tout autour, ces fouilles s'ar-

rêtent toutes en profondeur à une molasse tabulaire, dure, donnant un niveau d'eau (alt. 238). Voici les coupes qu'on peut prendre au milieu des éboulis survenus depuis les dernières fouilles de Filhol qui datent de presque quarante ans.

N.

S.

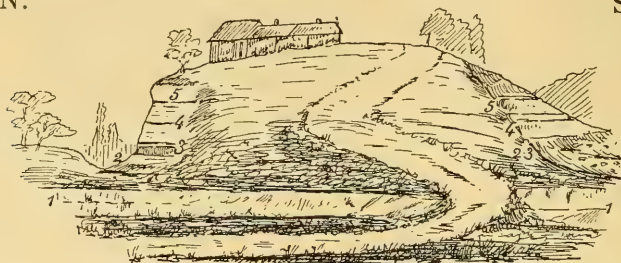


FIG. 1. — GITE DE SANSAN.

Coupe du gisement au Nord (fig. 1).

6, Débris limoneux	0.60
5, Grès molassique plus ou moins grossier	1.10
4, Argile sableuse, Molasse tendre	3.00
3, Marne calcaire dure, argileuse, empreintes végétales	0.40
2, Marne blanche ou ligniteuse, gîte des petits ossements et des coquilles lacustres	0.30
1, Molasse tabulaire dure.	

Coupe du gisement au Sud.

6, Débris limoneux, pierrailles	1.00
5, Molasse grossière	1.50
4, Molasse argileuse brunâtre, tendre	2.00
2-3, Molasse noduleuse à gros ossements et <i>Helix</i>	1.80
1, Molasse tabulaire dure.	

Les deux côtés de la butte ne concordent pas exactement, et tandis qu'au Nord on trouve une marne blanche et ligniteuse à petits débris, cette place est occupée au Sud par une couche plus épaisse, noduleuse, grossière, à gros débris, ossements volumineux et coquilles plus solides ; le passage latéral n'est pas douteux et se suit dans le chemin.

Au-dessus du mamelon, par une pente peu sensible, on s'élève sur une colline plus élevée, toujours formée de molasse jaune et grise, avec bancs durs et bancs tendres plus ou moins continus, presque horizontaux, jusqu'à l'altitude de 295 m., les fossiles sont rares, très disséminés, il y en a partout dans le pays, mais

on les rencontre spécialement dans les lits de sables grossiers, les bancs noduleux, les lentilles marneuses ¹.

Gisement de Simorre. — Le gîte typique de Simorre est à la maison Darrax sur la commune de Tournan, sur le bord de la grande route où des fouilles profondes en galerie ont été dirigées jusque sous la maison. Un puits domestique dans la cour de la maison a rencontré les sables fossilifères à douze mètres de profondeur (alt. 286 m.). Un nettoyage du talus montre des sables grossiers, gris-verdâtre ou rubéfiés avec bancs gréseux bariolés et lits d'argile; les ossements de *Dinotherium* ne sont pas rares et nous y avons trouvé également *Dicrocerus elegans*; il n'y a pas de coquilles (fig. 2).

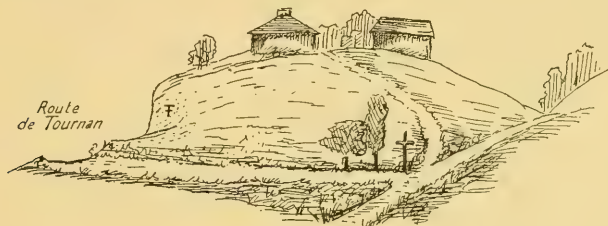


FIG. 2. — GITE DE SIMORRE (Maison Darrax).

Un autre gisement à la tuilerie Bail, à Simorre, à l'altitude de 204 m. donne sur le bord de la grande route les superpositions suivantes :

4, Sables grossiers verdâtres, irréguliers	1.80
3, Grès gris en banc d'épaisseur non continue	3 à 6.00
2, Sable gris stratification entrecroisée, meuble, à ossements...	1.00
1, Molasse argileuse bariolée puissante	

Nous avons trouvé entre les mains d'un ouvrier : *Dicrocerus elegans*, *Mastodon angustidens*. Un banc calcaire peu épais qui affleure au village même de Simorre, sur le bord de la Gimone, à 190 m., donne en abondance : *Eumelania Aquitanica*, *Melanopsis Kleini*, *Unio Lacazei*.

Toutes ces vallées de la région du Gers sont pourvues d'un diluvium très important formé de gros graviers pyrénéens; ces graviers diluviens montent en terrasses très haut au-dessus du fond des vallées, et forment des plaquages étendus, souvent ils

1. La métairie de Sansan est devenue la propriété du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, aucune fouille ne peut y être faite sans une autorisation spéciale. Rapport de Constant Prévost. — Sur le gisement des fossiles de Sansan, B. S. G. F., 1846, t. III, p. 338, IV, p. 395.

sont agglutinés en poudingues par un ciment ferreux et, comme les débris molassiques y sont nombreux, on peut parfois les croire interstratifiés dans la molasse. Ces dépôts spécialement développés sur la rive gauche des vallées de l'Arrais, de la Lauze, de la Gimone, de la Save, etc., ont été fort inexactement représentés sur la Carte; ils se suivent à une altitude réglée, décroissante vers l'aval, comme la vallée elle-même, interrompus par les vallons latéraux, et c'est peut-être quelque dépôt de cette nature qui a été autrefois interprété comme poudingue divisant la masse de la Molasse de l'Armagnac. A Simorre, dans la vallée de la Gimone, les graviers montent jusqu'à 60 m. du fond; à Seissan nous les avons trouvés à 40 et 45 m.; les plateaux au-dessus en sont dépourvus; ils paraissent cependant remonter vers le Sud plus rapidement que le fond des vallées et rejoindre les alluvions fluvio-glaciaires sur le plateau de Lannemezan. Toute une étude reste à faire sur l'origine, l'allure et le débouché de ces traînées graveleuses. Toute la topographie est bien spéciale et la sculpture des grands vallons latéraux, perpendiculaires au principal drainage, qui est du Sud au Nord, est surprenante par l'isolement des mamelons avancés, les parois à pente rapide des vallons secs, et les cols de l'arrière plan.

Résumé stratigraphique du Miocène de l'Aquitaine.

HELVÉTIEN	{	Falun de Salles à <i>Cardita Jouanneti</i> .
		Molasse à <i>Ostrea crassissima</i> , falun de Léognan, Pont-Pourquet, à <i>Pectunculus Cor</i> , etc.
BURDIGALIEN	{	Molasse de l'Armagnac à <i>Helix Larteti</i> .
		(Faune masto-dinothérienne de Sansan, Simorre, etc).
AQUITANIEN	{	Marnes et calcaire de Bazas, falun de Lariey.
		Molasse supérieure de l'Agenais.
		Calcaire gris de l'Agenais à <i>Helix girundica</i> .
		Marnes et falun de La Brède et Noailhan.
	{	Molasse moyenne de l'Agenais.

II. — Description des coquilles fossiles.

MOLLUSQUES DE SANSAN

L'attention des naturalistes sur les coquilles fossiles de Sansan paraît avoir été appelée pour la première fois, en 1839, par Saint-

Ange de Boissy dans la *Revue zoologique de la Société cuvérienne*, comme accompagnant les nombreux ossements de Vertébrés découverts par Lartet dans cette belle localité du Gers ; il décrit *Helix Larteti*, en 1844, dans le *Magasin de Zoologie*.

De son côté, en 1843, l'abbé Dupuy donnait à la suite de son « Essai sur les Mollusques terrestres et fluviatiles du département du Gers », une liste des espèces rencontrées dans les calcaires lacustres du département, dans laquelle il attribuait des noms d'espèces vivantes à toutes les formes fossiles ; cette liste qui contient vingt-quatre noms peut encore être consultée avec intérêt dans la recherche des espèces représentatives ; le même auteur a décrit et figuré, en 1850, dans le *Journal de Conchyliologie*, une douzaine des espèces les plus remarquables de Sansan, corrigeant ses premières dénominations et leur donnant des noms spéciaux.

Dans la liste de coquilles qui accompagne la notice consacrée par Lartet à la colline de Sansan, publiée en 1850, liste qui semble due à Noulet, et qui n'est accompagnée ni de descriptions ni de figures, on trouve des noms nouveaux pour la majorité des espèces que Dupuy n'avait pas comprises dans ses rectifications ; ces espèces furent décrites par Noulet, en 1854, mais toujours sans figuration. Des notes subséquentes de Noulet, en 1857 et 1868, ont ajouté beaucoup de détails intéressants, on en trouvera également, d'après des communications de Noulet, dans le grand travail de Sandberger sur les Coquilles terrestres et d'eau douce fossiles du monde.

Je ne dirai rien des listes de Raulin, en 1856 et 1900, ce sont de simples compilations sans aucun renseignement nouveau.

On trouvera dans la Description géologique du département du Gers publiée par Jacquot en 1870, une bonne liste de Sansan qui paraît lui avoir été fournie encore par Noulet.

Mais le travail le plus étendu est certainement le mémoire de J.-B. Bourguignat, qui a consacré, en 1881, un volume avec planches à l'histoire malacologique de la colline de Sansan d'après les récoltes de Lartet, d'Alph. Milne-Edwards et de Filhol, travail absolument déconcertant pour les paléontologues et qui a bouleversé les études antérieures. Certainement, je n'aurais pas osé aborder à nouveau l'étude de la faune de Sansan si je n'avais pas obtenu grâce à l'aimable obligeance de M. Joubin, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, et de M. Germain, son assistant, la communication des échantillons étudiés par Bourguignat, des matériaux mêmes qui lui avaient servi pour édifier son mémoire, ce qui m'a permis d'apprécier la méthode de travail de Bourgui-

gnat et d'avertir les naturalistes de l'œuvre d'imagination et d'émiettement qu'ils avaient en face d'eux et de la ruine qui pouvait en découler pour la paléontologie.

Les échantillons de Bourguignat étaient renfermés dans des paquets de papier numérotés, avec indication du nombre d'exemplaires contenus, mais sans aucun nom. Ces paquets, au nombre de 16, ne correspondent d'ailleurs en rien à l'ordre des espèces décrites. L'examen de ces paquets trahit la méthode de l'auteur qui m'était d'ailleurs déjà connue. Il a groupé tous les échantillons en série, puis il en a extrait, un, deux et plus rarement trois échantillons, différant des autres par des caractères insignifiants de taille, de hauteur de spire, de conservation, et il les a érigés en espèces, tout le reste de la série restant réuni par centaines dans un seul gros paquet contenant tous les passages, tous les individus de transition, tous les termes moyens qui auraient montré l'inanité du specilège des individus séparés et érigés en espèces. Nous avons connu Bourguignat à Saint-Germain jetant dans son jardin tous les exemplaires de coquilles qui lui paraissaient « mal caractérisés » et ne gardant dans sa collection que des types extrêmes.

Rien de plus extraordinaire que ses diagnoses et ses dessins ; si nous n'avions pas ses échantillons mêmes, nous pourrions croire qu'il a eu toute autre chose entre les mains. Comment n'ayant en sa possession que des moules, le plus souvent défectueux, a-t-il pu décrire les détails d'un test qui n'existe plus, d'un péristome inconnu, d'une spire effacée. Aussi on découvre des erreurs énormes ; des coquilles sans ombilic sont décrites et figurées comme ombiliquées, des labres sont sans analogie avec ses hypothèses, car nous avons eu la bonne fortune de pouvoir trouver soit dans la collection Noulet, à Toulouse, soit dans celle de l'abbé Dupuy, qui est actuellement en partie entre les mains de M. Ph. Dautzenberg, soit à l'Ecole des Mines de Paris, quelques rares spécimens de Sansan ayant conservé leur test, échantillons que nous avons fait figurer à côté des moules ordinairement connus, pour bien préciser nos critiques. Nous pensons actuellement que Bourguignat a largement puisé ses détails dans l'étude des espèces vivantes qu'il a considérées comme les analogues de celles fossiles de Sansan, et que c'est d'après des spécimens actuels qu'il a fait dessiner les détails de la plupart de ses espèces. Rien de plus drôle que la longue description qu'il donne de Sansan, tout en déclarant qu'il n'a pas visité la localité ; il semble qu'il était là, aux temps miocènes, pour tout voir s'accomplir.

On me permettra encore un exemple de la méthode de travail

de notre auteur, en ce qui concerne la grande *Clausilia* de Sansan, il a créé un genre *Milne-Edwardsia* qui doit disparaître devant le genre *Triptychia* SANDBERGER antérieur de quelques années; il annonce avoir eu entre les mains 6 échantillons presque complets et 9 morceaux. Nous les avons bien tels sous les yeux; aucun de ces échantillons n'a son ouverture, aucun n'a de test; cependant Bourguignat discute sur la disposition des plis buccaux et sur les détails de l'ornementation tels qu'ils ont été donnés par les autres auteurs antérieurs qui possédaient des matériaux bien plus complets que les siens. Il n'y a pas trace dans la collection de *Helix Ramondi*, ni de *Helix lucbardezensis* qui ne se trouvent pas d'ailleurs à Sansan, mais qu'il décrit cependant comme rencontrés. Les petites espèces qu'on recueille en lavant les marnes contenant les petits ossements et qui viennent flotter en grand nombre dans les récipients font également défaut; tous ses *Pupa*, *Vertigo*, *Planorbis*, dits nouveaux, sont établis sur des échantillons exceptionnels ou défectueux; un dentelon cassé qui manque est pour lui un caractère. Les mêmes errements qu'ils a suivis dans l'étude des coquilles terrestres vivantes d'Europe, il les a appliqués à Sansan aux formes fossiles, et il convenait d'en montrer le néant.

FAUNE MALACOLOGIQUE DE LA MOLASSE DE L'ARMAGNAC

*Gisement de Sansan et environs (Gers)*¹.

<i>Testacella Larteti</i> DUPUY.	<i>Helix (Fruticicola) Laurillardi</i>
<i>Limax (Sansania) Larteti</i> DUPUY.	NOULET.
<i>Zonites (Hyalinia) apneus</i> BOURGUIGNAT?	— (<i>Patula</i>) <i>supracostata</i>
	SANDBERGER.
<i>Helix (Campylæa) dicroceri</i>	— (<i>Vallonia</i>) <i>subpulchella</i>
BOURGUIGNAT.	SANDBERGER.
— (<i>Mesodon</i>) <i>Ludovici</i> NOULET.	<i>Clausilia (Triptychia) Larteti</i>
— (<i>Eucampylæa</i>) <i>philoscia</i>	DUPUY.
BOURGUIGNAT.	<i>Carychium Nouleti</i> BOURGUIGNAT.
— (<i>Macularia</i>) <i>turonensis</i>	<i>Pupa Irati</i> DUPUY.
DESH. var. <i>Leymeriei</i> NOULET.	<i>Vertigo (Leucochilus) Nouleti</i>
	DUPUY.
— (<i>Tachæa</i>) <i>eversa</i> D. var.	— (—) <i>Larteti</i>
<i>Larteti</i> DE BOISSY.	DUPUY.

1. G.-F. DOLLFUS. Recherches nouvelles sur l'Aquitainien en Aquitaine. *Compte rendu sommaire Soc. géol. France*, 1912, p. 103. — Molasse de l'Armagnac. *Idem*, p. 105. — Conchyliologie de la Molasse de l'Armagnac. *C. rendu Soc. géol.*, 8 juin 1914, p. 121. — Programme excursion Soc. géol. de France dans le Bordelais, 1^{er} juillet 1914, xiv p.; Bibliographie.

<i>Vertigo</i> (<i>Leucochilus</i>)	<i>Blainvilei</i> DUPUY.	<i>Planorbis</i> (<i>Segmentina</i>)	<i>Ludovici</i> NOULET.
—	— <i>diversidens</i> SANDBERGER.	— (—)	<i>Larteti</i> NOULET.
—	— <i>rynchotoma</i> BOURGUIGNAT.	—	(<i>Brachyomphalus</i>) <i>microstatus</i> BOURGUIGNAT.
<i>Eumelania aquitana</i>	NOULET.	—	(<i>Gyrorbis</i>) <i>Dupuyi</i> NOULET.
<i>Melanopsis Kleini</i>	KURR.	—	(—) <i>Rouxi</i> NOULET.
<i>Cyclostoma</i> (<i>Ericia</i>)	<i>Larteti</i> NOULET.	—	(—) <i>Goussardi</i> NOULET.
— (—)	<i>subpyrenaeum</i> NOULET.	—	(<i>Tropodiscus</i>) <i>omalus</i> BOURGUIGNAT.
<i>Valvata Larteti</i>	BOURGUIGNAT.	—	(<i>Armiger</i>) <i>callistus</i> BOURGUIGNAT.
<i>Limnea Larteti</i>	NOULET.	—	<i>Unio</i> (<i>Iridea</i>) <i>flabellatus</i> GOLDFUS.
— <i>armaniacensis</i>	NOULET.	—	<i>vasconiensis</i> NOULET.
— <i>Dupuyi</i>	NOULET.	—	<i>Lacazi</i> NOULET.
— <i>Laurillardi</i>	NOULET.		
<i>Planorbis sansaniensis</i>	NOULET.		

Gisement du Mascra (entre Jegun et Castera-Verduzan).

<i>Helix vasconiensis</i>	NOULET.	<i>Limnea armaniacensis</i>	NOULET
<i>Cyclostoma vasconienne</i>	NOULET.	(var.).	
		<i>Planorbis conterraneus</i>	NOULET.

*
**

TESTACELLA LARTETI DUPUY

1850.	<i>Testacella Larteti</i>	DUPUY, Jour. Conchyl. X, p. 302, pl. xv, fig. 2.
1851.	—	DUPUY in LARTET, Colline de Sansan, p. 43.
1854.	—	DUPUY, NOULET, Mém. coq. fossiles, I, p. 70.
1869.	—	DUPUY, NOULET, II, p. 197.
1874.	—	DUP. SANDBERGER, Land und Susswasser Vor., p. 550.
1881.	—	DUP. BOURGUIGNAT, Hist. malacol., p. 14, pl. 1, fig. 4-6.
1893.	—	DUP. DEGRANGE-TOUZIN, Étude faune terrestre du Sud-Ouest, p. 75 (Saucats).
1907.	—	DUP. ROMAN, Néogène continental de la vallée du Tage, p. 11, pl. 1, fig. 4 (calcaire pontique de Cartaxo).

Les échantillons sont rares dans toutes les collections, nous n'en avons trouvé qu'un dans la collection Noulet, il n'y en a pas dans la collection Bourguignat, mais il en existait plusieurs dans la collection Dupuy. Fischer et Gassies en ont parlé dans leur monographie du genre

Testacella et Bourguignat dans ses Spécilèges malacologiques ; les différences signalées dans la taille et l'épaisseur du test sont des variations d'âge sans valeur spécifique, et c'est à tort que Bourguignat a proposé le nom de *T. Nouleti* pour les exemplaires de petite taille (pl. I, fig. 7-8).

Le *Testacella Deshayesi* MICHAUD (1885) d'Hauterive est très voisin de l'espèce de Sansan ; il s'en distingue par sa taille plus grande et par sa forme plus étroite. Dans le *T. Zelli* KLEIN on observe une dissymétrie des bords. L'analogue vivant est le *T. Maugei* FER. du Portugal.

LIMAX (SANSANIA) LARTETI DUPUY

1850. *Limax Larteti* DUPUY, *Jour. de Conchyl.*, I, p. 301, pl. xv, fig. 1.

1851. — — DUPUY in LARTET, Coll. de Sansan, p. 43.

1854. — — DUPUY, NOULET, Mém. coq. fossiles, I, p. 62 (Sansan).

1857. — — DUPUY, NOULET, II, p. 197.

1881. *Sansania* — DUP. BOURGUIGNAT, Malac. Sansan, pl. I, fig. 1-3, p. 13.

Je n'ai rien à ajouter à ce qui a été déjà dit sur cette espèce, elle n'a pas été retrouvée ailleurs, il en existe d'assez nombreux échantillons dans la collection Noulet, et quatre au Muséum. Ceux de Bourguignat ne nous sont pas parvenus ; l'épaisseur et le contour présentent toujours des variations sensibles dans ces osselets internes. Le genre *Sansania* a été créé par Bourguignat en 1877 sur cette espèce même et d'après la figure de l'abbé Dupuy, caractérisé par une échancrure triangulaire antérieure, et un épaississement oblong, interne, médian. Une autre espèce : *Sansania Bourguignati* a été créée par M. C. de Stefani du Pliocène de Caspreno, et, *S. crassitesta* REUSS du Miocène moyen d'Oppeln en Silésie nous renseignent sur l'évolution de ce petit groupe.

ZONITES (HYALINIA) APNEUS BOURG.

1881. *Zonites apneus* BOURGUIGNAT, Malacologie coll. Sansan, p. 18, pl. I, fig. 9-12.

Toute petite forme, de 1 mm 1/2 de haut sur 2 mm. de diamètre, voisine de *Z. nitidosus* FÉRUSSAC. Nous ne l'avons pas retrouvée dans la collection et nous n'en pouvons rien dire, nous n'avons rien vu d'analogue ni à Toulouse, ni à Paris dans d'autres récoltes. Mais on connaît beaucoup d'espèces voisines d'une détermination très difficile comme *Hyalinia procrystallina* ANDRAE de Silésie, *Helix cristallina* MICHAUD d'Hauterive, *Hyalinia orbicularis* SANDBG. de l'Helvétien et de l'Oëningien de Suisse d'après Maillard et plus loin *Hyalinia subradiatula* LOMNICKI et *H. denudata* REUSS, les *Hyalina* vivants sont nombreux dans toute l'Europe, dans l'Asie et l'Amérique du Nord.

Nous n'avons pas connaissance à Sansan d'aucuns *Zonites* de grande taille, nous verrons que les coquilles qu'on a classées sous ce nom appartiennent en réalité à des *Helix*. Il n'aurait pas été surprenant

cependant d'en rencontrer, car, sensiblement au même niveau, en Touraine, on connaît depuis longtemps un gros *Zonites umbilicalis* DESH. sp. qui est d'ailleurs extrêmement voisin du *Z. Collongeonii* MICHAUD (1855) d'Hauterive, forme précurseur de *Zonites Algirus* L., espèce vivante, très intéressante, du Midi de la France, de l'Espagne et de l'Italie.

HELIX (CAMPYLÆA) DICROCERI BOURG.

1881. *Helix dicroceri* BOURGUIGNAT, Malacol. de Sansan, p. 51, pl. I, fig. 20-23.

1881. — *ambidotina* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 52, pl. I, fig. 16-19.

1893. — *dicroceri* BOURG. DEGRANGE-TOUZIN, Étude faunes lacustres du S.O., p. 78.

Ces trois espèces de Bourguignat manquent dans la collection, leur réunion ne fait cependant pas de doute, mais nous ignorons si elles sont réellement de Sansan.

Ce sont de très grosses coquilles du groupe des Campyléennes, subglobuleuses, faiblement perforées, à ouverture grande, péristome bordé, test ponctué; les différences indiquées dans l'ornementation granuleuse et l'ouverture de l'ombilic sont des caractères individuels: *H. dicroceri*, haut 36 mm., larg. 44; *H. ambidotina*, haut. 27, larg. 37. Il aurait fallu écrire *H. ambidotensis* du nom d'une métairie voisine.

M. Degrange-Touzin, d'après Benoist, indique l'espèce à Noailhan comme trouvée dans le calcaire blanc de l'Agenais, qui ne se voit pas d'ailleurs dans cette localité, mais bien le calcaire gris, et cette détermination reste à contrôler.

Il n'y a rien d'analogue dans la collection Noulet, et peut-être nous aurions laissé entièrement de côté ces formes comme douteuses, si nous n'avions trouvé au Muséum (coll. de Paléont.), venant de Lartet, un gros *Helix* de Sansan, un peu déformé, à test pulvérulent, qui a quelque rapport comme taille et forme avec l'espèce de Bourguignat, mais qui n'était pas susceptible d'un examen approfondi; un supplément d'informations est nécessaire.

On connaît divers Campyléens dans l'Oëningien de la Suisse comme *H. insignis* SCHUBLER qui est bien comparable.

HELIX (MESODON) LUDOVICI NOULET

Pl. V, fig. 1-3; pl. VI, fig. 1-3.

1843. *Helix Algira* L. DUPUY, Moll. du Gers, p. 96, Auch (Durand, La Boubée).

1851. — *Ludovici* NOULET, in DUPUY, in LARTET, Colline de Sansan, p. 43.

1854. — — NOULET, Mém. coq. foss., I, p. 75.

1854. — *ornezanensis* NOULET, *id.*, p. 76.

1867. *Helix Ludovici* NOULET, Mém. coq. foss., 2^e édit. p. 210.

1867. — *ornezanensis* NOULET, *id.*, II, p. 211.

1874. — *Eudovici* NOUL. SANDBERGER, Land und Sussw. C., p. 546, 618.

1881. *Zonites Ludovici* NOUL. BOURGUIGNAT, Mal. Sansan, p. 16, pl. I. fig. 13-15.
 1881. *Helix ornezanensis* NOUL. BOURGUIGNAT, *id.*, p. 21 (non figuré).
 1893. *Zonites Ludovici* NOUL. DEGRANGE-TOUZIN, Étude faune terrestre S.-O., p. 11, Cahuzac (Gers).

L'histoire de cette espèce est singulièrement fautive; l'abbé Dupuy qui, le premier, a étudié les coquilles de Sansan ne découvrit que de grands moules très ombiliqués et les rapprocha de l'*Helix Algira* LINNÉ, mais ce n'était certainement pas l'espèce linnéenne et dès 1851, Noulet lui donna le double nom de *Helix Ludovici* (dédié à Louis Lartet) et *Helix ornezanensis* (découvert à Ornezan) pour des échantillons à spire un peu plus élevée. Plus tard Bourguignat considéra l'*H. Ludovici* comme appartenant au genre *Zonites* et comme suivant la fortune de l'*H. Algira* L., et l'*H. ornezanensis* comme un véritable *Helix*, déclarant d'ailleurs qu'elle lui est inconnue et qu'il ne lui a rien été remis d'analogue; il demeure d'ailleurs perplexe, car il écrit : « pour moi le *Ludovici* est ombiliqué et convexe en dessus, sauf un léger aplatissement de la région apicale, d'après le Dr Noulet il est imperforé et presque plat en dessus ».

Mais c'est que Bourguignat n'a connu que des moules. Nous avons trouvé dans la collection Noulet des échantillons avec le test, qui montrent que le large ombilic était rempli par une forte columelle, de telle sorte que l'*H. Ludovici* n'a rien d'un *Zonites*, il vient se classer dans le voisinage de l'*Helix Chaixi* MICHAUD à axe spiral épaissi et pourvu d'une callosité ombilicale diffuse qui gagne le péristome. Il peut entrer dans le sous-genre *Mesodon* RAFINESQUE 1831, dont le type l'*Helix albolabris* SAY, des États-Unis, a le labre dilaté et pourvu d'un bourrelet renversé aplati.

Il reste à prouver que l'*Helix Ludovici* est le même que *H. ornezanensis*, opinion déjà émise par Sandberger. Si nous mettons en colonnes parallèles les deux diagnoses, nous reconnaissons immédiatement que la seconde espèce ne diffère de la première que par sa spire un peu plus conique, formée de tours plus convexes, l'ouverture est un peu plus ovale, c'est tout; l'examen des échantillons de la collection Noulet confirme cette manière de voir et nous en donnons quelques figures.

L'espèce n'est commune nulle part. Il n'y a qu'un échantillon dans la collection Bourguignat, quatre au Muséum, une demi-douzaine à Toulouse, deux dans notre collection (sans test), deux dans la collection de l'École des Mines, dont l'un à l'état de moule montre une perforation ombilicale, et l'autre, qui a conservé une partie de son test, offre un abondant épaississement columellaire et ombilical (coll. Deshayes), etc.

Les localités du calcaire de l'Armagnac où cette espèce a été rencontrée sont nombreuses, outre Sansan, Ornezan, Seissan; il y a Lavardens, Marsoulan, Condom, Toujet, Brézolles, Sos (collection Tournouër), Gondrin, Auch, Bois de la Pierre, etc. Nous ne voyons à signaler

aucune forme ancestrale, mais la descendance se poursuit du Miocène moyen dans le Miocène supérieur et dans le Pliocène; il n'y a plus rien d'analogue dans la faune actuelle d'Europe.

HELIX (EUCAMPYLÆA) PHILOSCIA BOURG.

1881. *Helix philoscia* BOURGUIGNAT, Malacol. coll. Sansan, p. 46, pl. III, fig. 52-53.

1881. — *votiophila* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 47, pl. III, fig. 56.

1881. — *sciamoica* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 48, pl. III, fig. 54-55.

Ce n'est pas sans hésitation que nous inscrivons ici ce groupe de formes, il n'y a dans la collection qu'un seul échantillon qui peut se rapporter avec vraisemblance à *H. sciamoica*.

Dans l'espèce que nous gardons comme type, la spire est tectiforme et le dernier tour nettement anguleux, dans la seconde espèce le dernier tour est arrondi et la spire simplement convexe; enfin dans *H. sciamoica* la spire est surbaissée, le dernier tour arrondi et l'ouverture semi-lunaire. Bourguignat groupe ensemble ces pseudoespèces en raison de leur test mince, faiblement transparent, avec péristome peu épais et réfléchi, il les compare à *H. Banatica* PARTSCH. in ROESS-MASSLER.

En fait la columelle fuit très obliquement en formant la partie inférieure du labre, il nous semble que cette ouverture est incomplète, qu'elle n'est pas réellement connue, et que ces échantillons n'étaient que des fragments d'une autre espèce peut-être toute différente.

HELIX (MACULARIA) TURONENSIS DESH. var. *LEYMERIEI*

Pl. V, fig. 4-7; pl. VI, fig. 10-15.

1830. *Helix turonensis* DESH. Encycl. méth. II. p. 232.

1831. — *turonensis* DESH. Coq. caract. des terrains, pl. I, fig. 1.

1843. — *vermiculata* MULL. DUPUY, Moll. du Gers, p. 94, Saramon, Castelnau-Magnoac.

1854. — *Leymeriana* NOULET, Coq. foss. S.O., I, p. 73.

1854. — *Lassusiana* NOULET, *id.*, p. 90.

1862. — *asperula* DESH. RAMBUR, Journ. Conchyl. X, p. 174.

1867. — *Leymeriana* NOULET, Coq. fossile S.O. II, p. 216.

1874. — — NOULET. SANDBERGER. Land. Suss. C. p. 545, 592, (non pl. XXIX, fig. 11).

1874. — *Lassusiana* NOULET. SANDBERGER, *id.*, p. 546.

1881. — *Leymeriana* NOULET. BOURGUIGNAT. Malaco. coll. Sansan, p. 29, pl. II, fig. 50-51.

1881. — *polypleura* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 26, pl. II, fig. 38, 39.

1886. — *asperula* DESH. DOLLF. et DZB., Étude prélim. Coq. faluns, *Feuille J. N.*, 1^{er} octobre, p. 140.

1892. — *Leymeriana* NOULET. MAILLARD. Moll. Tertiaire Suisse, p. 41, pl. III, fig. 15-17, (méd.). Oëningien du Jura.

1893. — — NOULET. DEGRANGE-TOUZIN. Étude faune lacustre du S.O. var. *campanea*, p. 21 (Condom).

1911. — *turonensis* DESH. COLLOT, *Feuille des Jeunes Nat.*, n^{os} 486, 487, pl. VIII, fig. 5-18.

Helix Leymeriei est une coquille indistinguable de certains échantillons de l'*H. turonensis* dont Collot a figuré récemment une très belle série du Miocène de la Touraine (*Feuille Jeunes Naturalistes* avril et mai 1911, fig. 5 à 18). D'autre part elle est voisine de *H. sylvana* du Miocène supérieur et on remarque que Collot ne parle pas de *H. asperula* DESH. qui est la première citée.

Les tours sont au nombre de 6, la spire médiocrement élevée, aplatie en dessous, imperforée; l'ouverture oblique, ovale, échancrée par le dernier tour, largement ouverte; le péristome est dilaté en avant, un peu réfléchi en dessus, le bord columellaire concave en dedans avec un calus à la place de l'ombilic.

Taille : hauteur 14 à 18 mm., diamètre 21 à 26 mm.

Dans les exemplaires bien conservés on distingue des traces de coloration consistant en bandes noires, nettes, espacées, au nombre de 3 à 4 sur le dernier tour.

Il y a dans la collection Bourguignat un très grand nombre d'échantillons parmi lesquels l'auteur a choisi quelques formes présentant de faibles différences pour en faire autant d'espèces spéciales; voici comment on peut les classer, le type étant représenté par les figures 38, 39, 50, 51.

var. surbaissée,	<i>H. eutrapela</i>	BGT. fig. 49
var. taille médiocre, ouverture petite.	<i>H. campana</i> ¹	B. fig. 45
var. lourde, à ouverture épaissie.	<i>H. sterra.</i>	B. fig. 40
var. subglobuleuse.	<i>H. semna</i>	B. fig. 36-37
var. à spire élevée obtuse.	<i>H. euglypholena</i>	B. fig. 47
var. à spire conique.	<i>H. catagonia</i>	B. fig. 34

La variété *eutrapela* est représentée, en nombre, par des échantillons dont la spire a été écrasée au moment de la fossilisation. Ce n'est pas réellement une variété, mais un accident.

La variété *catagonia* nous manque, nous n'avons jamais vu d'échantillons aussi accentués que le dessin.

Quant à *H. Lassusiana*, nous trouvons une note de Sandberger qui nous avertit que c'est un moule unique, impossible à interpréter sûrement, et Bourguignat confirme que c'est une forme à laisser de côté; une note manuscrite anonyme dans la collection Noulet dit que c'est *H. Leymeriei* en un spécimen écrasé et obscurément caréné.

Les moules, qui sont nombreux à Sansan, montrent un creux ombilical petit et deux sillons arrondis partant de la columelle pour contourner le bord du labre, marquant la présence d'un bourrelet continu au péristome.

L'espèce est caractéristique du calcaire de l'Armagnac et elle se rencontre dans la plupart des points où ce calcaire est bien exposé, depuis Lavardac jusqu'à Sansan. Benoist a trouvé des échantillons à Pont-

1. Il aurait fallu écrire *H. campanensis* du nom d'une localité voisine de Sansan.

Pourquey et à Cestas dans des faluns helvétiques, ce qui est très intéressant à signaler.

Il faut signaler comme espèces voisines : *H. (macularia) tyraica* LOMNICKI, 1886, de Galicie et *H. Torresi* ROMAN, 1907; du Pontique du Portugal.

Nous donnons des figures des meilleurs échantillons de la collection Noulet de Toulouse, un échantillon très bien conservé avec son test provenant de la collection ancienne de l'abbé Dupuy, et un moule de notre collection pour qu'on puisse apprécier la différence et assurer la détermination.

Cet échantillon de la collection Dupuy est orné de côtes arquées très fines et nombreuses, comme il apparaît dans certains échantillons de *H. turonensis* et qu'on distingue surtout à la loupe, mais nous n'avons pas les malléations ou sculpture chagrinée qui s'observent sur d'autres individus; on sait que Rambur a considéré ces altérations du test comme postérieures à l'enfouissement et produites par l'impression des grains de sable dans une zone mouillée.

Nous sommes tentés d'y réunir *Helix hortensis antiqua* GRATELOUP [non LINNÉ. Mém. coq. foss. Adour. Soc. linn. 1838, II, p. 13, pl. IV, fig. 2. Atlas conchy. pl. III, fig. 3 (1847)] provenant de Mandillot près Dax, trouvée aussi à Saint-Paul, qui n'est certainement pas identique à l'espèce vivante et que Férussac était déjà disposé à considérer comme distincte.

L'étude historique des *Helix* fossiles des faluns de la Touraine n'éclaircit pas bien la délimitation des espèces. La première forme signalée a été *H. turonensis* par Deshayes en 1831 dans ses « Coquilles caractéristiques des terrains » (p. 139, pl. I, fig. 1). Cette même espèce est reprise par Deshayes, la même année, dans l'Encyclopédie Méthodique II (2^e partie, p. 251, 1831), il renvoie comme figure au travail précédent; ce type est basé sur des exemplaires de taille médiocre, à spire peu élevée, à test lisse ou faiblement chagriné, à ouverture presque sans bourrelet ni callosité; des échantillons répondant à ces traits principaux sont conservés à l'Ecole des Mines avec l'étiquette même de Deshayes.

Dans l'Encyclopédie apparaissent avec *H. turonensis* deux autres espèces : *Helix asperula* et *H. Duvauxi*. *Helix asperula* est décrit et représenté dans la collection comme s'appliquant à des échantillons de plus forte taille, à spire peu élevée, à test fortement chagriné, et dont le dernier tour porte une vague carène subcentrale. Mais pour *H. Duvauxi*, dédiée à un collectionneur nommé Duvau, il est tout à fait impossible de la séparer de *H. turonensis*, elle n'a pas été figurée, et le labre est indiqué seulement comme réfléchi et marginé, la taille un peu plus forte que *H. turonensis*. Beaucoup plus tard Deshayes, quand il a donné un texte à la fin du grand ouvrage de Férussac sur les Hélices, en 1851, a reparlé de quelques *Helix* fossiles représentées dans une ancienne planche, il décrit : *H. turonensis* (t. I, p. 394, pl. I), avec plusieurs figures : la figure 1 *abc*, concorde bien avec le type

de 1831 à spire peu élevée, taille médiocre, surface presque lisse, péristome ovale faiblement bordé, bandes colorées fortes ; mais la figure 4 *ab*, est autre chose, la spire est plus élevée, le péristome est bordé, subdenté. Puis il y a *Helix eversa* DESH. (p. 325, 1831, in Ferussac p. 395, pl. 1) avec plusieurs figures non concordantes ; la figure 5, qu'on peut considérer comme typique, a une spire haute avec bandes nettes, ouverture arrondie à péristome réfléchi en pavillon ; la figure 6 donne une espèce à spire médiocre, presque complètement lisse ; enfin, la figure 7 représente une espèce à spire encore plus basse, à test fortement chagriné et à ouverture entourée d'un péristome bien épaissi.

Mais il n'est plus question ni de *H. asperula*, ni de *H. Duvauxi*. Tenant compte des nombreux passages, nous pouvons réduire les espèces à deux : 1° *H. turonensis* comme type (syn. *H. Duvauxi*) avec variété *asperula*, taille forte, spire peu élevée, une ombre de carène, un test bien chagriné, 2° *H. eversa*, spire haute, péristome épaissi, réfléchi, important, test peu chagriné, avec variété *sansaniensis* ; cette variété a été souvent érigée en espèce. Enfin Collot, qui a fait une si bonne étude des *Helix* de la Touraine, n'a parlé ni de *H. asperula* ni de *H. Duvauxi*, bien qu'il ait figuré des échantillons qui s'y rapportent, il les groupe deux à deux sous les noms donnés : *H. turonensis* et *H. galloprovincialis* et d'autre part *H. eversa* et *H. Orbigniana*. Nous différons bien peu de cette manière de voir, ce sont l'*Helix Leymeriei* avec ses passages et *H. Larteti* avec *H. sansaniensis* et les multiples espèces de Bourguignat qui gravitent autour d'une forme moyenne à caractères peu accusés.

HELIX (TACHÆA) EVERSA DESHAYES var. *LARTETI* DE BOISSY

Pl. VI, fig. 4-9.

1831. *Helix eversa* DESH. in Fér. Moll., II, p. 395.
 1839. *Helix Larteti* DE BOISSY, *Revue zoolog. Soc. cuvierienne*, p. 75.
 1844. — — DE BOISSY, *Magasin de Zoologie*. Description de quelques Hélices fossiles, p. 13, pl. 89, fig. 7-9.
 1844. — *hortensis* L. DUPUY, Moll. du Gers, p. 94 (Sansan, Touget, Mirande, Idrac, Auch).
 1850. — *sansaniensis* DUPUY, *Journ. de Conchyl.*, I, p. 304, pl. xv, fig. 3.
 1851. — *Larteti* DE BOISSY. LARTET, Colline de Sansan, p. 43.
 1851. — *sansaniensis* DUPUY-LARTET, Coll. de Sansan, p. 43.
 1854. — *Larteti* DE B. NOULET, Mém. coq. foss., I, p. 79, II, p. 215.
 1856. — *turonensis* HOERNES non DESH. Moll. Wien., p. 614, pl. 47, fig. 28.
 1864. — *aureliana* ? DESHAYES, Anim. s. vert., Paris, p. 807, pl. 41, fig. 8-10.
 1867. — *Larteti* DE B. TOURNOUER, Dépôts tert. du Bassin Gironde, Bull. XXIV, p. 487.
 1874. — *Larteti* DE B. SANDBERGER, Land. und Sussv. p. 545, 529, pl. xxvi, fig. 17a.
 1881. — *sansaniensis* DUP. BOURGUIGNAT, *id.*, p. 34, pl. II, fig. 25-26.
 1881. — *Larteti* BOISSY. CAREZ, Études terrains Crét. et Tert. Nord Espagne p. 262 (Masquefa).

1881. *Helix Larteti* DE B. BOURGUIGNAT, Malac. Sansan, p. 33, pl. II, fig. 24.
 1886. — *Larteti* DE BOISSY, DESH. D. D. Étude prélim. Touraine, *F. J.*
N. octobre, p. 140.
 1887. — *Larteti* DE B. DOLLFUS, Tertiaire du Jura. *B. S. g. F.* XV,
 p. 188.
 1892. — — DE B. MAILLARD, Moll. Tert. de la Suisse, p. 38, pl. III,
 fig. 9-10 (méd.).
 1892. — — DE B. DEGRANGE-TOUZIN, Étude faune lacustre et fl. du
 S.O., p. 21 (Pont-Pourquey, Cestas).
 1907. — cf. *sansaniensis* ROMAN, Néogène continental vallée du Tage,
 p. 14, pl. I, fig. 10-11.
 1911. — *eversa* DESH. et FER. (var.) COLLOT, Hélices des Faluns. *Feuille*
J. Nat. Mai, pl. XI, fig. 19 et seq. (4 var.).

H. Larteti est une espèce très intéressante; de Boissy la décrit en disant que c'est une coquille solide, globuleuse, imperforée, convexe en dessous; spire composée de cinq tours convexes, séparés par une suture très prononcée, le dernier ample et très arrondi; ouverture semi-lunaire, oblique; le péristome amplement dilaté se rejette en arrière et dépasse de beaucoup le dernier tour. Hauteur 10 à 20 mm.; largeur 15 à 30 mm.

Dès l'origine, de Boissy a distingué deux variétés, l'une très grande qu'on peut conserver comme type, et l'autre réduite, presque de moitié, qui est devenue *H. sansaniensis* DUPUY; mais les deux tailles sont réunies par de nombreux intermédiaires que de Boissy connaissait déjà.

Sur une semblable espèce la fantaisie de Bourguignat s'est donné carrière et il distingue en dehors du type et de la variété *sansaniensis*.

var. spire surbaissée.	<i>H. exerata</i>	B. fig. 29
var. déprimée, dernier tour dilaté latéralement.	<i>H. Seissanica</i>	B. fig. 27
var. forme subglobuleuse.	<i>H. exochia</i>	B. fig. 30
var. ouverture arrondie.	<i>H. sthenara</i>	B. fig. 31
var. forme petite à tours subanguleux.	<i>H. strongillostoma</i>	B. fig. 33

Nous considérons en outre comme des difformités, qui ne sont représentées par aucune approximation dans la collection: *H. atopa* (fig. 32) spire conique, et aussi *H. eutela* (fig. 35) taille très grande, spire obtuse.

Dans la collection Noulet les variétés sont aussi nombreuses; dans quelques échantillons pourvus de leur test et bien conservés, on peut constater que *H. Larteti* était pourvu de stries assez fortes et régulières et ornée de maculatures brunes.

Le nombre des localités où cette espèce est connue est énorme, c'est la forme caractéristique des calcaires de l'Armagnac: Lavardens, Lartiges, Marsollan, Duran, Barrau, Valence-sur-Baïse (Gers), Fousseret (Haute-Garonne), tout l'Agenais et divers points des Landes.

L'espèce est représentée dans l'Helvétien par *H. eversa* DESH. et FER. à laquelle nous la réunissons et dont Collot a figuré une

longue série de Touraine, puis dans le Miocène supérieur par *H. sylvestrina* ZIETEN. Toutes les collections en possèdent des séries plus ou moins étendues.

Il se pourrait que la coquille figurée par M. Rollier en 1910 (Troisième supplément à la description de la Feuille VII de la Carte géologique de la Suisse, pl. II, fig. 25-33), sous le nom de *H. globulosa* ZIETEN, d'Eggingen, soit notre espèce, et que celle représentée, planche VI, figure 31-34, de Court et de Servillier, dans le Jura bernois, comme *H. sp.* (*H. turonensis* HÆRNES non DESHAYES) doive y être également réunie.

Dans le Bassin de Paris, Noulet affirme par la comparaison d'échantillons qui lui ont été envoyés par Nouel, d'Orléans, que l'*H. aureliensis* BRONGT., in DESH., est identique à *H. Larteti*; ces formes sont en effet très voisines, mais on peut relever quelques particularités dans les détails de l'ouverture qui permettent de les maintenir comme distinctes; nous avons adopté en 1907 (Comptes rendus des coll. Carte géologique de la France) cette manière de voir, mais nous hésitons aujourd'hui.

Je rejette l'analogie signalée par Michaud avec son *H. Nayliesi* d'Hauterive, et je ne puis que signaler en passant que M. Rzehak a signalé *H. Larteti* dans les couches à *Oncophora* en Moravie; l'espèce reste cantonnée dans le Miocène moyen et supérieur.

Nous figurons des échantillons pourvus de test et des moules pour faciliter la reconnaissance de l'espèce. Il convient de rappeler que c'est peut-être l'*H. nemoralis* GRAT. non LINNÉ, de Mandillot et de Paul près Dax, figuré par Grateloup dès 1838 (pl. IV, fig. 1) et reproduite encore en 1847 (pl. III, fig. 2); c'est une coquille haute et forte, subglobuleuse, striée, imperforée, qu'il faudrait cependant comparer en nature pour admettre une identité certaine.

Dans *H. sylvana* le dernier tour est sensiblement mieux développé, nous en avons indiqué, en 1887, les différences, mais la parenté est évidente.

HELIX (FRUTICICOLA) LAURILLARDI NOULET

Pl. V, fig. 17-18.

1843. *Helix hispida* DRAP. ? DUPUY, Mollusques du Gers, p. 95.

1854. — *Laurillardiana* NOULET, Mémoire Coq. foss. I, p. 72,

1867. — — NOULET, *idem.*, II, p. 205.

1881. — — BOURGUIGNAT, Malacol. Sansan, p. 63 (non figuré).

1881. — *asthena* BOURGUIGNAT, *idem.*, p. 59, pl. III; fig. 62-66

Coquille petite, subglobuleuse, déprimée, légèrement convexe en dessus, concave en dessous, ombiliquée, six tours peu convexes, graduellement développés, le dernier bien arrondi, sensiblement renflé vers l'ouverture; celle-ci subovale, peu échancrée par le dernier tour, bord columellaire non réfléchi sur l'ombilic.

Hauteur 3 à 5 mm., diamètre 8 à 9 mm.

Calcaire et marnes de Seissan, Ornezan (Gers) et du Bois de la Pierre (Haute-Garonne).

Nous n'admettons pas son rapprochement avec *H. osculum* THOMÆ, dont la spire obtuse est bien caractéristique. Nous ne l'avons pas trouvée dans la partie de la collection Bourguignat parvenue jusqu'à nous, cependant cet auteur, après avoir déclaré qu'il ne l'a pas reconnue, la décrit et la figure sous le nom de *Helix asthena*, il est vrai que son dessin grossi la présente comme subanguleuse à la périphérie, tandis que ses figures grandeur naturelle montrent un dernier tour arrondi comme la photographie du type de Noulet, fort médiocre d'ailleurs, que nous avons figuré et qui est cependant le meilleur de la série.

Il convient de rappeler que les espèces vivantes du même groupe ont été pour les pulvérisateurs un champ de bataille terrible qui a rendu leur nomenclature presque impossible à établir. De nombreuses formes intermédiaires sont connues dans le Pliocène.

Il y a dans les Faluns de Touraine une espèce plus grande, mais de même forme, qui a été longtemps méconnue car elle paraît devoir porter les noms de *H. phaseolina* DESH. 1831, *H. Rebouli* DUJARDIN 1837, et *H. ligeriana* MAYER in SANDBG. 1874. Collot l'a récemment figurée grossie au double (in *Feuillè J. N.* Mai 1911, fig. 24).

HELIX (PATULA) SUPRACOSTATA SANDBERGER

1850. *Helix costata* D. DUPUY, Faune de Sansan, *Jour. de Conchyl.*, I, p. 305.
 1851. — — *fossilis* NOULET in LARTET, colline de Sansan, p. 43 (nomen).
 1854. — *rotundata fossilis* NOULET, Mém. coq. fossiles, I, p. 88.
 1867. — *rotundata* MULL. NOULET, *id.*, II, p. 208.
 1874. — *supracostata* SANDBERGER, Land und Suswasser C.V., p. 584, pl. XXIX, fig. 2.
 1881. — *dasypleura* BOURGUIGNAT, Malacol. Sansan, p. 55, pl. III, fig. 73-77.
 1881. — *pleuradra* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 53, pl. III, fig. 67-72.
 1891. — *supracostata* SANDB. MAILLARD, Coq. ter. fluv., Tert. Suisse, p. 47, pl. I, fig. 20 (Oeningen).

Coquille élégante, extrêmement petite, assimilée d'abord à des espèces vivantes de Draparnaud ou de Muller, mais bien isolée par Sandberger. Il est impossible de savoir pourquoi Bourguignat a créé deux noms nouveaux pour cette espèce et pourquoi il n'a pas adopté celui de Sandberger. Son *H. dasypleura* est fondé sur des échantillons de plus petite taille, non adultes ou incomplets.

Coquille subdéprimée, légèrement convexe en dessus et en dessous, régulièrement striée-côtelée, très largement ombiliquée, ombilic laissant apercevoir les divers tours de la spire qui sont au nombre de 6 à 7. Le dernier tour est à peine plus grand que le pénultième, arrondi, plus ou moins obscurément caréné, ouverture oblique arrondie, rétrécie en croissant par l'avant-dernier tour, péristome simple, droit, aigu. Hauteur = 1 à 3 mm., diamètre 2 à 7 mm.

Nous avons plusieurs échantillons de la marne de Sansan et dans la

collection Noulet il y a deux échantillons avec le test, collés conjointement avec un autre à l'état de moule, mais bien reconnaissable malgré sa petitesse; sur le même carton il y a des échantillons vivants des environs d'Agen pour qu'on puisse apprécier les différences. Au Muséum de Paris on trouve quatre échantillons sous le nom de *H. rotundata*; aucun spécimen dans la collection Bourguignat. Benoist l'a trouvée dans le falun marin à Saucats.

L'Helix ruderoïdes MICHAUD (1862) d'Hauterive est très voisin et *H. olissiponensis* ROMAN du Néogène du Portugal serait à comparer en nature.

HELIX (VALLONIA) SUBPULCHELLA SANDBERGER

1843. *Helix pulchella* DRAP. DUPUY, Mollusques du Gers, p. 97.
 1850. — — D. DUPUY, *Journal de Conchy.*, t. I, p. 305 (confirmation).
 1851. — *pulchella fossilis* NOULET in LARTET, Colline de Sansan, p. 43.
 1854. — — NOULET, *Mém. coq. fossiles*, I, p. 87 (Sansan).
 1867. — *pulchella* D. NOULET, *id.*, II, p. 207.
 1874. — *subpulchella* SANDBERGER, *Land u. Sussw. Conchy.*, p. 544, 584, pl. XXIX, fig. 3-3 c.
 1881. — — SANDB. BOURGUIGNAT, *Malacol. Sansan*, p. 57 (non figurée).
 1881. — — SANDB. C. DE STEFANI, *Molluschi continentali, pliocenici d'Italia*, p. 125 (Marciano).
 1886. — — SANDB. LOMNICKI, *Terrains d'eau douce de la Galicie et de la Podolie (en polonais)*, p. 14, pl. I, fig. 8.
 1893. — — SANB. CLESSIN, *Die Conchylien der Obermioc. Von Undorf bei Regensburg*.

Cette petite espèce fossile de Sansan est si voisine de l'espèce vivante décrite par Draparnaud, que Noulet, après l'avoir désignée comme *H. pulchella fossilis*, est revenu au nom de *pulchella* DRAP.; cependant Bourguignat a longuement insisté sur les caractères différentiels de la forme vivante en Europe et de la forme fossile.

Coquille subdéprimée, légèrement aplatie en dessus, convexe en dessous, lisse, largement ombiliquée; tours au nombre de 4 à 5 assez convexes, le dernier tour est un peu plus grand proportionnellement; ouverture circulaire, péristome arrondi, épais, réfléchi, bords très rapprochés l'un de l'autre. Hauteur 1 mm., diam. 2 mm.

Nous en avons trouvé d'assez nombreux exemplaires en lavant la marne de Sansan. Il en existe 4 échantillons dans la collection du Muséum de Paris et un grand nombre dans celle de Toulouse. M. Jooss l'a rencontré également.

CLAUSILIA (TRIPTYCHIA) LARTETI DUPUY

Pl. VI, fig. 16-17.

1843. *Bulimus* sp. DUPUY, Coquilles du Gers, p. 97 (Sansan, Saramon, etc.).

1850. *Clausilia Larteti* DUPUY, *Jour. Conchyl.*, I, p. 306, pl. xv, fig. 4.
 1854. — *maxima* NOULET, *Mém. coq. foss. (pars)*, I, p. 91.
 1854. — *maxima* GAT., *pars.* NOULET, *id.*, II, p. 221.
 1874. — (*Triptychia*) *Larteti* DUPUY. SANDBERGER, *Land u. Suss.*, p. 546.
 1877. — (*Milne-Edwardsia*) *Larteti* DUPUY. BOURGUIGNAT, *Clausilies vivantes et fossiles de France*, *Ann. Sc. nat.*, VI, p. 59.
 1881. *Milnedwardsia Larteti* DUP. BOURGUIGNAT, *Malac. de Sansan*, p. 61, pl. III, fig. 78-79.
 1881. — *Barreri* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 64, pl. III, fig. 80-81.

Coquille terrestre, subcylindrique, presque imperforée, troncquée au sommet dans l'âge adulte, finement et assez régulièrement striée; ouverture ovale pyriforme, lame supérieure médiocre et assez éloignée de l'angle du bord extérieur, lame inférieure peu saillante et s'enfonçant en spirale dans l'intérieur de l'ouverture; plis du palais et lunule nuls; cinq tours de spire dans les individus adultes et tronqués, cette troncature ne me paraît supprimer qu'un petit nombre de tours, les tours sont aplatis et séparés par une suture bien distincte (Dupuy).

Il est naturel de rapprocher cette espèce du *Clausilia maxima* GRATELOUP (1838) qui appartient aux faluns jaunes de Mandillot près Dax et qu'il faudrait comparer de près avec des échantillons de même genre de conservation. Ce n'est pas une Clausilie typique et le genre *Triptychia* SANDBERGER antérieur de trois ans à celui de *Milne-Edwardsia* de Bourguignat doit seul être conservé. Il est d'ailleurs impossible de constater s'il existe un « clausilium », toutes les ouvertures des échantillons que nous avons vus sont si empâtées de calcaire dur qu'on ne peut voir aucun détail. Les meilleurs échantillons paraissent avoir été ceux de Dupuy, car dans la collection de Bourguignat aucune ouverture ne montre les plis de l'ouverture, il est même impossible de comprendre comment Bourguignat a pu critiquer Dupuy à ce sujet, n'ayant aucun élément nouveau entre les mains, il ne semble pas avoir possédé autre chose que ce que nous avons trouvé comme provenant de lui dans la collection du Muséum, car il parle dans son texte de 6 échantillons et c'est bien ce nombre de spécimens que nous avons trouvé avec 9 fragments, ce sont des moules avec un peu de test pulvérulent, le meilleur compte 9 tours de spires, aucun sommet n'est conservé. Nous en figurons deux échantillons (pl. VI, fig. 16-17).

Nous avons trouvé des fragments de test dans la marne renfermant les petites espèces et l'un d'entre eux est extrêmement intéressant, car il montre la présence d'un septum courbe qui fermait le haut de la spire après la chute de la partie supérieure tronquée, abandonnée par l'animal, il semble même que la troncature était fréquente, que l'animal abandonnait successivement des fragments de sa spire supérieure, et formait des cloisons pour remplacer celles devenues caduques. Toute la surface était couverte de petits cordons presque droits allant d'une suture à l'autre et généralement inégaux.

Dans la collection Noulet il existe un moule en étain pris dans une cavité où apparaît l'ouverture du *Triptychia Larteti* et qui montre une columelle très oblique avec la trace de deux plis. Le *C. Barreri* est sans valeur, comme fondé sur des exemplaires jeunes, un peu renflés, dont la troncature est moins avancée. Il est impossible de ne pas rappeler ici que le *Clausilia Terveri* MICHAUD d'Hauterive appartient au même groupe et forme une liaison de plus avec la faune de cet horizon ainsi que *Cl. helvetica* MAYER; nous savons aussi que M. Carlo Jooss prépare une monographie de tout le groupe *Triptychia*.

Si on reconnaissait quelque jour l'identité de l'espèce de Dax, du *Cl. maxima* de Grateloup, avec la coquille de Sansan, c'est le nom de Grateloup qui devrait être conservé; l'espèce a été figurée sous ce nom dans la planche de l'Atlas datée de 1822 (!). Mais elle n'a réellement été décrite qu'en 1838 (Mém. sur les coq. fossiles observées dans les terrains tertiaires du Bassin de l'Adour, *Soc. linn.*, X, p. 26, pl. iv, fig. 17). L'auteur n'en avait pas alors d'échantillons complets, mais depuis on en a trouvé de meilleurs, il en existe un échantillon bien conservé dans la collection Noulet de Toulouse et nous le figurons à titre de comparaison (pl. VI, fig. 18).

CARYCHIUM NOULETI BOURGUIGNAT

1843. *Carychium minimum* MULLER. DUPUY, Moll. du Gers, p. 98.
 1850. — — MULL. DUPUY, Faune de Sansan, *Jour. Conchy.*, I, p. 342..
 1851. — *minimum fossile* NOULET in LARTET, Colline de Sansan, p. 44.
 1854. — — NOULET, Mém. coq. S. O., I, p. 99:
 1857. — *Nouleti* BOURGUIGNAT, Aménités malacolog., II, p. 56, pl. xi, fig. 9-10.
 1867. — *minimum* NOULET, Coq. fossiles, II, p. 226.
 1874. — *Nouleti* BOURG. SANDBERGER, Land u. Suss., p. 543, pl. xviii, fig. 29-29^e.
 1884. — — BOURG. BOURGUIGNAT, Malacol. Sansan, p. 101, pl. vi, fig. 177-179.
 1884. — *Milne-Edwardsi* BOURGUIGNAT, *id.*, fig. 184-187.
 1884. — *Larteti* BOURGUIGNAT, *id.*, fig. 180-183.
 1884. — *coloratum* BOURGUIGNAT, *id.*, fig. 188-190.
 1886. — *Nouleti* BOURG. LOMNICKI, Terr. d'eau douce de la Galicie, p. 23.
 1893. — — BOURG. DEGRANGE-TOUZIN, Etude faune terrestre S.O., p. 81 (Saucats).

Cette petite espèce, dont nous avons recueilli d'assez nombreux spécimen par lavage, présente d'importantes variations qui ont été l'origine des diverses espèces que Bourguignat en a tiré.

Noulet a toujours affirmé qu'on ne pouvait distinguer l'espèce fossile de la forme vivante. Il faut avouer que la situation est difficile, l'espèce créée par Muller en 1774 (*Vermium terr. et fluv.*, II, p. 125) n'a pas été figurée. La première image qui en a été donnée par Drapar-

naud est si mauvaise qu'elle ne peut être d'aucun secours pour la préciser. Les autres figures d'ouvrages classiques plus récents, celle de Dupuy (pl. xxi, fig. 1), celle de Moquin-Tandon (pl. xxix, fig. 24-26) ne sont pas concordantes et les caractères précis n'existent pas. Nous avons sous les yeux une douzaine de figurations par Montagu, Gray in Turton, Forbes et Hanley, Sowerby, Sturm, Sc. Gras, Clessin, Bourguignat et nous trouvons entre elles des variations bien sensibles dans la hauteur de la spire, la forme du bourrelet du labre, la forme et l'inclination des dentelons, etc.

Cependant les considérations de Sandberger sont assez sérieuses pour que nous considérions l'espèce miocénique comme distincte et pouvant porter le nom de *C. Nouleti*. Le nombre des espèces voisines est considérable, mais le lieu n'est pas ici pour en faire la critique.



FIG. 3. — *Carychium Nouleti*. — Grossissement $\times 10$.

Coquille ovale oblongue, spire un peu obtuse, base rétrécie, cinq tours convexes séparés par une suture assez profonde, sublisses, mais en réalité striés transversalement sous la loupe ; dernier tour plus grand et convexe formant environ les $2/5$ de la hauteur totale. Ouverture ovale, bordée par une callosité oblique qui est épaissie à la partie moyenne du labre, bord pariétal pourvu d'un pli denticulaire droit et unique ; sur la columelle on observe un autre dentelon petit et irrégulier. Haut. 2 mm., largeur 1 mm.

Le *Carychium pachychelius* SANDB. d'Hauterive (*C. minimum* MICH. non MULLER) est un peu plus trapu. Le *C. antiquum* A. BRAUN est plus ventru et plus pupoïde, *C. nanum* SANDB. est une forme plus cylindracée, etc. Des espèces ou mieux des mutations successives sont connues dans le Pliocène, deux espèces sont vivantes en France : *C. minimum* MULLER et *C. tridentatum* RISSO¹.

PUPA IRATI DUPUY

1843. *Pupa muscorum*? DUPUY, Moll. du Gers (Sansan), p. 98.

1850. — *Iratiانا* DUPUY, Description coq. terr. fossiles de Sansan, *Jour. Conchy.*, I, p. 310, pl. xv, fig. 1.

1854. — — DUP. NOULET, Descript. mal. Sud-Ouest, p. 94.

1867. — — DUP. NOULET, *id.*, édit. II, p. 224.

1867. — *triplicata* STUDER. NOULET, *id.*, p. 225.

1. Consulter pour la distribution des Mollusques dans le Pléistocène: KENNARD et WOODWARD. The Post-Pliocene non marine Mollusca of England. *Proceed. Geolog. Association*, vol. XVII, p. 21, London, 1901. Bibliogr.

1874. *Pupa Iratiana* DUP. SANDBERGER, Land u. Suss. Conchyl., p. 547, pl. XXIX, fig. 20-20^b.
 1881. *Pupilla* — DUP. BOURGUIGNAT, Malac. Sansan, p. 65, pl. III, fig. 82-85.
 1884. *Pupa Iratiana* DUP. BENOIST, Catal. test. fossiles La Brède, p. 225 (Burdigalien de Son).
 1886. — — DUP. LOMNICKI, Terr. d'eau douce de la Galicie, p. 20, pl. I, fig. 18.

Coquille dextre, ovale allongée, cylindrique, obtuse au sommet, fente ombilicale à peine marquée, très finement striée ; ouverture demi-ronde, quadridentée ; une dent sur le milieu de la paroi aperturale, une autre vers le haut de la columelle et deux autres palatales profondément situées dans l'intérieur de l'ouverture, parfois réduites à deux callosités qui ne se prolongent pas sur le bord externe ; péristome épaissi, subréfléchi, avec un fort bourrelet extérieur ; les deux bords réunis par une lame de callosité, six tours de spire augmentant graduellement, presque aplatis et séparés par une suture bien marquée. (Dupuy), hauteur 2 1/2 mm., diamètre 1 1/4.

Cette espèce est extrêmement voisine de *P. triplicata* STUDER ; espèce vivante des Alpes, elle s'en distingue par la présence de deux dentelons dans la région interne du labre au lieu d'un seul. Mais ce caractère n'est pas aussi important que le pensait Dupuy et l'un d'entre eux peut se trouver presque effacé ainsi d'ailleurs que le dentelon columellaire qui manque sur la figure même de Dupuy. Il semble bien qu'il n'y a à Sansan qu'une seule espèce et non deux, comme l'ont admis Dupuy et Noulet. Dédiée au Frère Irat, collectionneur à Auch.

Dans le *Pupa muscorum* il n'y a qu'une dent pariétale, dans le *P. bigranata*, une dent pariétale et une dent palatale (labiale), enfin dans le *P. Jobæ* MICHAUD d'Hauterive il y a 3 plis à l'ouverture. Que valent ces distinctions ? Pas d'échantillons dans la collection Bourguignat, quatre dans la collection Noulet.

Un très grand nombre d'espèces sont actuellement vivantes en France, et M. Margier en a fait l'objet spécial de ses études.

VERTIGO BLAINVILLEI DUPUY

1850. *Pupa Blainvilleana* DUPUY, Descrip. coq. Sansan, Jour. Conchy., I, p. 311, pl. xv, fig. 8.
 1851. — — DUPUY in LARTET, colline de Sansan, p. 44.
 1854. — — DUPUY-NOULET, Descrip. coq. foss. de Sud-Ouest, p. 95.
 1867. — — DUPUY-NOULET, *id.*, II, p. 224.
 1864. *Pupilla* — DUPUY-SANDBERGER, Land u. Susswasser, p. 546, pl. XXIX, fig. 19-19^b.
 1881. *Vertigo* — DUPUY. BOURGUIGNAT, Malac. de Sansan, p. 70, pl. III, fig. 86-87.

Coquille senestre, ovale, un peu ventrue, obtuse au sommet ; avec une fente ombilicale assez marquée, finement et obliquement striée ;

ouverture arrondie tridentée, une dent sur le milieu de la paroi aperturale, deux autres palatales réduites à des callosités profondément situées à l'intérieur; péristome réfléchi, épaissi, bords rapprochés, inclinés l'un vers l'autre; l'extérieur brusquement coudé à sa partie supérieure, unis entre eux par une lame de callosité; cinq tours convexes séparés par une suture bien marquée, le dernier très grand formant à lui seul presque la moitié de la coquille entière. Haut. 2 mm., diam. 1 1/4. Très rare.

Cette espèce se classe dans le groupe typique du *Vertigo* créé par Muller en 1774 pour le *Vertigo pusilla*, espèce sénestre, européenne, très voisine du *V. Blainvilliei*.

Il n'y a point d'échantillon dans la collection Bourguignat, et le seul exemplaire de Noulet provient de l'abbé Dupuy; non rencontré.

VERTIGO (*LEUCOCHILUS*) NOULETI DUPUY

1850. *Pupa Nouletiana* DUPUY, *Jour. Conchy.*, I, p. 309, pl. xv, fig. 6.
 1854. — — DUPUY. NOULET, *Mém. coq. foss.*, I, p. 93, II, p. 223.
 1874. *Leucochilus Nouletiana* DUPUY. SANDBERGER, *Land u. Suss. conchy.*, p. 549, pl. xxix, fig. 22-22b.
 1874. *Pupa Nouleti* DUPUY. BENOIST, *Catal. tert. fossiles de la Brède*, p. 225.
 1881. *Vertigo* — DUPUY. BOURGUIGNAT, *Malacol. coll. Sansan*, p. 73, pl. iv, fig. 92-95.
 1881. — *Ludovici* BOURGUIGNAT, p. 75, pl. iv, fig. 96-99.
 1881. — *Barreri* BOURGUIGNAT, p. 76, pl. iv, fig. 100-103.
 1881. — *necra* BOURGUIGNAT, p. 82, pl. iv, fig. 116-119.
 1881. — *cyclophora*? BOURGUIGNAT, p. 83, pl. iv, fig. 120-123.
 1886. — *Nouletiana* DUP. LOMNICKI, *Terr. tert. d'eau douce de la Galicie*, p. 22, pl. i, fig. 22.
 1891. *Pupa Nouleti* DUPUY. MAILLARD, *Moll. terr. tert. Suisse*, p. 77, pl. v, fig. 21.

Coquille petite, ovale allongée, droite, obtuse, obscurément striée, ouverture arrondie, pourvue de cinq dents dont une lamelliforme au sommet de l'ouverture descendant sur la partie interne du dernier tour, deux dents labiales, deux autres sur la columelle. Outre ces dents on en voit souvent encore d'autres plus petites placées entre les premières; 5 à 6 tours convexes séparés par une suture bien marquée, dernier tour grand, formant à lui seul la moitié au moins de la coquille. Haut. 2 1/2 mm., largeur 1 1/4 mm.

Mêmes observations que pour le *Vertigo Larteti*; la figure de Dupuy est mauvaise, elle représente un individu incomplet et ne correspond pas à la description comme l'a déjà fait observer Bourguignat. L'espèce se distingue du *V. Larteti* par sa forme cylindracée et par son ouverture oblique. Nous avons des exemplaires en grand nombre, une quarantaine, qui présentent des modifications sensibles dans la taille, la forme de l'ouverture et le développement des dents.

D'après Maillard, c'est encore le *Pupa Buchwalderi* GREPPIN de

l'Oëningien du Jura (Heer-Urwald der Schwitz, fig. 235) et peut-être le *Vertigo Baudoni* MICHAUD d'Hauterive. Coll. Tournouër, coll. Jooss, coll. Noulet.

VERTIGO (LEUCOCHILUS) LARTETI DUPUY

1850. *Pupa Larteti* DUPUY, Coq. foss. de Sansan *Jour. Conchy.*, I, p. 307, pl. xv, fig. 5.
 1854. — — — DUPUY, NOULET, Mém. coq. foss., I, p. 92.
 1867. — — — NOULET, *id.*, II, p. 222.
 1874. — — — SANDBERGER, Land u. Suss. Conchy, p. 548, pl. xxix, fig. 21-21b.
 1881. *Vertigo Larteti*, DUPUY BOURGUIGNAT, Malac. Sansan, p. 71, pl. iv, fig. 88-91.
 1881. — *chydaea* BOURGUIGNAT, p. 77, pl. iv, fig. 104-107.
 1881. — *eucrina* BOURGUIGNAT, p. 79, pl. iv, fig. 108-111.
 1881. — *tapeina* BOURGUIGNAT, p. 80, pl. iv, fig. 112-115.
 1881. — *campanea* BOURGUIGNAT, p. 85, pl. v, fig. 140-143.
 1881. — *codiolena* BOURGUIGNAT, p. 91, pl. v, fig. 144-147.
 1881. — *Edwardsi* BOURGUIGNAT, p. 92, pl. v, fig. 148-151.
 1881. — *rhynchostoma* BOURGUIGNAT, p. 97, pl. v, fig. 164-167.
 1881. — *micronizia* BOURGUIGNAT, p. 100, pl. v, fig. 172-175.
 1891. *Pupa Larteti* DUPUY, MAILLARD, Moll. terr. tert. Suisse, p. 79, pl. v, fig. 24.

Coquille petite, dextre, ovale ventrue, spire obtuse, ornée de stries obliques très fines et irrégulières ; ouverture transversalement subovale, subquadridentée, une dent lamelliforme oblique descendant de l'angle sutural sur la région columellaire, deux autres inégales à l'intérieur du labre, une autre dans la région columellaire, enfin un dentelon à la partie inférieure de l'ouverture. Quatre à cinq tours bien convexes, séparés par une suture bien marquée, le dernier tour deux fois plus grand que tous les autres ensemble. Haut 2 1/2 mm., diam. 2 mm.



FIG. 4. — *Vertigo Larteti*. — Grossissement $\times 10$.

La figure de Dupuy représente un échantillon très médiocre dont l'ouverture, dépourvue de pavillon, est incomplète, peut-être un échantillon non adulte, peut-être fracturé. La disposition des dents est d'ailleurs variable, elle varie beaucoup avec l'âge, et Bourguignat s'est donné carrière pour fonder des espèces sur des différences accidentelles, dents cassées, callosités mal développées, péristome incomplet.

Nous avons recueilli une quarantaine d'échantillons absolument adultes et typiques. Nous en donnons des figures et nous avons vu en outre une soixantaine d'échantillons qui présentent toutes les variations de Bourguignat et beaucoup d'autres. Cette espèce se distingue par sa forme très trapue, son ouverture petite, très encombrée, par cinq dents convergentes. Toutes les collections; en Suisse dans l'Œnengien; je suis porté à croire que c'est bien l'espèce figurée sous le nom de *V. Nouleti* MICHAUD non DUPUY (Coq. d'Hauterive, *J. Conchyl.*, 1862, p. 20, pl. iv, fig. 1).

Le *Pupa Desmoulini* DUPUY, espèce vivante du Sud-Ouest, est voisine mais peut-être encore plus globuleuse.

VERTIGO (LEUCOCHILUS) DIVERSIDENS SANDBERGER

1850. *Pupa antivertigo* DUPUY, Faune de Sansan, *Jour. de Conchyl.*, I p. 309.
 1854. — *antivertigo-fossilis* NOULET, Mém. coq. foss., I, p. 98.
 1875. — *diversidens* SANDBERGER, Land u. Sussw. Conchyl., p. 549, pl. xx.x, fig. 23-23^e.
 1881. *Vertigo* — SANDB. BOURGUIGNAT, Malacol. de Sansan, p. 84, pl. iv, fig. 124-127.
 1881. — *campaneae* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 85, pl. v, fig. 140-143 (échantillons surbaissés).
 1881. *Vertigo læmodonta* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 88, pl. v, fig. 132-135 (bourrelet du péristome plus épais).
 1881. — *sansanica* BOURGUIGNAT, p. 87 (*sansaniensis rectius*) pl. v, fig. 128-131 (réduction d'une dent pariétale).
 1881. — *callostoma* BOURGUIGNAT, p. 89, pl. v, fig. 136-139 (réduction d'une dent labiale).

Coquille dextre, ovale ventrue, sommet obtus, base très étroitement ombiliquée. Tours au nombre de cinq, convexes, suture nette, profonde, ornés de costules obliques extrêmement fines, souvent bifides; ouverture petite bordée, péristome peu épaissi et réfléchi, environ sept dentelons, deux dans la région pariétale, deux sur la columelle, deux à l'intérieur du labre, un enfin à la jonction du labre et de la columelle. Une légère varice contiguë à une dépression sur le revers externe du labre. Haut. 1 1/2 mm., diam. 3/4 mm.



FIG. 5. — *Vertigo diversidens*. — Grossissement $\times 10$.

Le *Pupa diversidens* est plus trapu que le *P. Larteti* et moins cylindrique que le *P. Nouleti*, l'ouverture est encombrée de 6 à 7 dents qui sont placées en chicane. Il est très voisin du *P. antivertigo*

vivant d'Europe et, dans sa collection, Noulet a collé des échantillons vivants à côté des spécimens fossiles pour en montrer l'identité; cependant Sandberger a fait ressortir des différences comme la forme de l'ouverture plus arrondie, l'inégalité des dents, la varice et la dépression du labre, etc. Nous en avons quelques échantillons, et M. Jooss en a recueilli également.

C'est peut-être à cette espèce qu'il convient encore de rapporter *P. botriocheila* BOURGUIGNAT (pl. v, fig. 152-155), *P. ragia* BOURG. (fig. 156-159), *P. triodonta* BOURG. (fig. 160-163), qui ont une forme cylindrique intermédiaire entre le *P. Nouleti* et le *P. diversidens*, de taille un peu inférieure et dont le labre est contracté fortement à sa partie moyenne projetant à l'intérieur une forte dent. [Nous n'avons rien d'identique à ces trois espèces, qui n'en forment qu'une en réalité, et nous nous demandons s'il s'agit d'échantillons jeunes, détériorés ou mal venus dans les dessins.

Le *Vertigo Dupuyi* MICHAUD d'Hauterive, a la plus grande analogie avec cette espèce, il en est de même du *V. miliolum* SANDB. in LOMNICKI (Terr. d'eau douce de la Galicie, p. 22, pl. I, fig. 21).

VERTIGO (*LEUCOCHILUS*) *RHYNCHOSTOMA* BOURGUIGNAT

1843. *Pupa pygmæa* DRAP. DUPUY, Mollusques du Gers, p. 98.
 1851. *Vertigo pygmæa fossilis* NOULET in LARTET, Moll. de Sansan, p. 44.
 1881. *Vertigo rhynchostoma* BOURGUIGNAT, Malacolog. de Sansan, p. 97,
 pl. v, fig. 164-167.
 1881. — *onixiodon* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 95, pl. v, fig. 168-171.
 1881. — *micronixia* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 100, pl. v, fig. 172-175.

Ce n'est pas sans hésitations que nous inscrivons cette espèce, elle est de forme pupoïde, subglobuleuse, bien plus courte que le *P. Lartetii*, l'ouverture est oblique et très étroite, occupée par des dents alternes ou opposées au nombre de cinq. Peut-être elle passe au *P. diversidens* par les *P. codiolena* BOURG. et *P. Milne-Edwardsi* BOURG. que nous hésitons à classer. Elle est représentée dans la collection Noulet par d'assez nombreux échantillons peu homogènes sous le nom de *P. vasconensis* NOULET mss. Nous n'en avons pas d'échantillons certains, rien dans la collection Bourguignat, M. Jooss est porté à considérer qu'il s'agit d'une simple variété obtuse du *P. diversidens*.

Ce serait le représentant du *Vertigo myrmido* MICHAUD (1855), faune d'Hauterive (pl. v, fig. 14-15), et du *V. pygmæa* DRAP., espèce vivante d'Europe.

EUMELANIA AQUITANICA NOULET

1843. *Melania* sp. DUPUY, Moll. du Gers, p. 104 (Castéra-les-Bains).
 1846. — *aquitana* NOULET, Mém. coq. fossiles, Acad. Toulouse, t. LI,
 p. 220, pl. I, fig. 1-2 (inversées).
 1867. — *Escheri* var. NOULET, Mém. coq. foss. Sud-Ouest, II, p. 239.
 1874. — *Escheri* (M.) SANDBERGER, Land. u. Sussv. p. 572, (pars).

1874. *Melania Escheri* BRONGN. Tournouer, Falun de Sos et Gabarret, p. 19.
 1881. — *aquitana* NOUL. BOURGUIGNAT, Malac. de Sansan, p. 150,
 pl. VIII, fig. 300-301.
 1886. — *Escheri* var. *aquitana* DOLL. et Drz, Etude prélim. Touraine,
 p. 139.
 1893. — *aquitana* NOULET. MAILLARD, Moll. tert. terrestre de la Suisse,
 p. 172, pl. IX, fig. 14.
 1909. — *Escheri* var. DOLLFUS, l'Etage aquitanien, p. 97, pl. III, fig. 1-2,
 pl. IV, fig. 1, 4, 7.

Nous avons peu à ajouter à la monographie que nous avons donnée en 1909 de cette espèce. Nous avons montré qu'elle ne pouvait rester dans le genre *Melania* LAMARCK dont le type était très différent et M. COSSMANN a créé pour elle le genre *Eumelania*.

Un grand nombre d'échantillons reçus de divers côtés à la suite de notre travail nous conduisent aussi à considérer la forme de Sansan, qui est le type de Noulet, comme une espèce bonne à garder sous le nom de *M. aquitana* et qu'il est possible de distinguer de *M. Escheri* par sa forme plus robuste, ses côtes plus accusés. M. JOOSS a obtenu par contre-moulage des échantillons de Sansan des restitutions presque parfaites de l'espèce; Bourguignat n'a pas pris ce soin, car on voit que ses figures sont purement des copies de celles de Noulet dont les épines sont beaucoup trop saillantes et les tours trop anguleux; rien dans sa collection. Nous n'avons pu avoir aucun détail sur le *Melania sansaniensis* NOULET, 1854, dont l'auteur n'a plus reparlé et que nous n'avons pas retrouvé dans sa collection. On ne trouve pas le *Melania aquitana* dans la même couche que les *Helix* et les petites espèces, mais avec les *Unio*, les Nérîtines, les *Melanopsis*, dans des assises subordonnées d'un grand nombre de localités.

La position stratigraphique de *M. aquitana* est aujourd'hui bien fixée, elle a vécu dans des cours d'eau du Burdigalien, en Auvergne, dans l'Orléanais comme en Armagnac et elle se trouve roulée sur les plages marines adjacentes de l'Helvétien tant en Touraine que dans le Bordelais; la position est la même en Suisse et dans le Bassin du Danube où elle a survécu dans le Miocène supérieur, dans les dépôts fluviatiles supérieurs à la Molasse marine.

MELANOPSIS KLEINI KURR

1852. *Melanopsis prærosa* L. KLEIN, Conchy. der Süsswasser format.
 Württemberg, p. 161, pl. III, fig. 12.
 1856. — *Kleini* KURR, Land. u. Süsswasser Conchy. Württemberg,
 XII, p. 42.
 1867. — — K. NOULET, Mém. coq. foss., II, p. 241 (Seissan).
 1874. — — K. SANDBERGER, Land. u. Süss. Conchyl., p. 574,
 pl. XXVIII, fig. 15, pl. XXX, fig. 21.
 1880. — — K. FONTANNES, Le Bassin de Crest, p. 119, pl. 1,
 fig. 7-9.
 1881. — — K. BOURGUIGNAT, Malacol. Sansan, p. 152, pl. VIII,
 fig. 294-296.
 1893. — — K. LOCARD, Moll. Terrestres de la Suisse, II, p. 182,
 pl. IX, fig. 71.

Nous avons des moules et empreintes dans le calcaire de Seissan et il n'y a pas beaucoup mieux dans la collection Noulet; rien dans la collection Bourguignat.

Le *Melanopsis Kleini* est bien différent de *M. prerosa* LINNÉ, espèce vivante d'Algérie, d'Espagne, etc. C'est une coquille de taille médiocre, assez longue, régulière, dépourvue de costules et de bourrelet sutural, la columelle est épaissie par une callosité descendant de la suture, le canal est étroit et un peu sinueux, le labre mince, fragile, un peu ascendant sur le dernier tour. Long. 15 mm., larg. 7 mm.

En Suisse dans l'Helvétien et l'Oëningien.

Le *Melanopsis Rhodanica* TOURNOUER, in LOCARD, a l'ouverture mince, longue et la forme générale plus ventrue.

Le *Melanopsis olivula* GRATELOUP est une espèce bien plus courte, trapue, à ouverture large.

Le *Melanopsis buccinoïdea* BOUILLET, non FERUSSAC, du Burdigalien d'Auvergne est de taille plus grande, mais la forme est sensiblement la même.

Il faut y comprendre comme forme descendante le *Melan. prerosa* MICHAUD (non L.; in Fossiles d'Hauterive part. II, p. 26), et y joindre le *Melanopsis* que j'ai indiqué sous le nom de *M. callosa* BRAUN, dans les Marnes de Suèvre¹ et qu'on trouve remanié dans les faluns de la Touraine où nous l'avons recensé en 1886² sous le nom de *Melanopsis glandicula*³. C'est évidemment une forme ancestrale de *M. prerosa* du Sud de l'Espagne et du Nord de l'Afrique.

Parmi les espèces assez nombreuses rencontrées aux environs de Dax, dans le Falunien, par Grateloup, c'est un *Melanopsis buccinoïdea* (non FER.) qui s'en rapproche le plus (1838, pl. iv, fig. 52-53; 1847, pl. iii, fig. 54-55), ce n'est d'ailleurs pas l'espèce de Férussac, et d'Orbigny en a fait son *M. subbuccinoïdea* D'ORB., 1852. Une grande confusion règne encore sur la longue nomenclature de cette dernière espèce, l'espèce du Suessonien est supposée identique avec l'espèce vivante, décrite primitivement d'Égypte par Olivier, et avec d'autres de l'Oligocène.

Parmi les espèces des *Melanopsis* vivantes de l'Afrique du Nord dont M. Pallary a fait récemment la revision, c'est au groupe du *M. laevigata* LAMK. que se rapporte l'espèce de Sansan, pas bien loin de la var. *pseudo-ferussaci* PAL., 1912⁴.

La figure de Bourguignat est mauvaise, le nombre des tours de spire est trop grand, et ils sont trop bas, les costules sont arbitraires, etc.

1. Compte Rendu des Collab., Serv. Carte géol. de la Fr., n° 119 (1908).

2. Feuille J. Nat. 1^{er} octobre 1886, p. 139.

3. Voir *Melanopsis glandicula* SANDBERGER, Land. u. Sussw. C., p. 520, pl. xxvi, fig. 3, cf. *M. lorcanensis* d'Espagne; j'ai reconnu sur les échantillons de Touraine des traces de colorations qui étaient des zébrures noires.

4. Bull. Soc. d'Hist. nat. Afrique du Nord, IV. — Voir aussi la monographie de D. Pantanelli et les notes de M. Sacco.

CYCLOSTOMA (*ERICIA*) *LARTETI* NOULET

1851. *Cyclostoma Larteti* NOULET in LARTET, Colline de Sansan, p. 44.
 1854. — — NOULET, Mém. coq. foss. S.O. I, p. 413.
 1862. — *sepultus?* RAMBUR, Journ. Conchy. p. 179, pl. VIII, fig. 7-8.
 1867. — *Larteti* NOULET, Mém. coq. fossiles S.O. II, p. 243.
 1874. *Tudora Larteti* NOULET. SANDBERGER, Land. u. conchy. p. 618, pl. XXIX, fig. 35.
 1881. *Cyclostoma Larteti* NOULET. BOURGUIGNAT, Malacologie de Sansan, p. 146, pl. VIII, fig. 291-293.
 1893. — — NOULET, DEGRANGE-TOUZIN, Etude de la faune terrestre du Sud-Ouest, p. 84 (Saucats).
 1893. *Tudora Larteti* NOUL. LOCARD, Moll. Tert. Suisse, p. 219, pl. x, fig. 21.
 1907. — cf. *Larteti* NOUL. ROMAN, Néog. contin. Tage, p. 36, pl. 1. fig. 40.

Coquille oblongue, conique, marquée de sillons spiraux profonds coupés de stries très fines, transversales, fente ombilicale à peine indiquée, six tours arrondis séparés par une suture profonde, dernier tour plus grand, ouverture suborbiculaire; péristome simple, ni dilaté ni épaissi. Hauteur 17, diam. 11 mm.

Seissan, Ornezan, Grazan, Moncorneil, Fleurance.

On trouve principalement des moules, la spire est plus longue que dans *C. elegans*, cependant les tours sont bien arrondis sans être aussi bombés. Il se distingue du *C. subpyrenaica* NOULET par sa taille plus grande, son dernier tour moins développé et ses stries moins fortes.

Michaud a indiqué le *C. elegans* à Hauterive, mais il n'est pas sûr qu'il y soit fossile, d'autre part il est possible que son *C. Baudoni* ne soit qu'une variété du *C. Larteti*. Le *C. sepultum* RAMBUR du falun de la Touraine est une espèce à stries bien accusées qui pourrait bien être identique à l'espèce de Sansan.

Il est impossible d'inscrire cette espèce dans le groupe des *Tudora*, GRAY, 1850, comme l'a fait Sandberger, elle ne peut s'éloigner du *Cyclostoma elegans*.

On sait d'ailleurs que le type du genre *Cyclostoma* LAMARCK, 1799, est une Scalaire, et que, en 1810, Montfort a corrigé le nom en *Cyclostomus* pour le *Cycl. elegans*, création défectueuse à tous égards, mais qui a fait conserver le nom de Lamarck par de nombreux conchyliologues pour le groupe qui nous occupe, et qui a permis l'introduction du sous-genre *Ericia* par Moquin-Tandon (1848).

CYCLOSTOMA (*ERICIA*) *SUBPYRENAICUS* NOULET

1843. *Cyclostoma elegans* DUPUY (non L.) Moll. du Gers, p. 102.
 1852. — — *antiquum* NOULET (non BRONGNIART) Mém. Moll. S.O., p. 244.
 1853. — *subpyrenaicum* NOULET, BOURGUIGNAT, Malac. de Sansan, p. 147, pl. VIII, fig. 289.
 1881. — *campanium* BOURGUIGNAT, id., p. 249, pl. VIII, fig. 290 (var. *elongata* NOULET).

Coquille turriculée, ovale oblongue, un peu variable comme spire, mamelonnée au sommet, formée de 5 tours arrondis séparés par une suture profonde; les premiers tours paraissent lisses et les suivants sillonnés, l'ouverture est suborbiculaire, légèrement anguleuse vers la suture, le péristome est mince, continu, à peine dilaté. Hauteur 14 à 17 mm., diamètre 12 à 15 mm.

Il y a deux espèces dans le *Cycl. elegans* du Sud-Ouest de Noulet. Une espèce appartient au calcaire blanc de l'Agenais et qui est identique au *C. (elegans) antiquum* BRONGNIART, l'autre qui est assez variable de forme et qui peut garder le nom de *C. subpyrenaicum*. Trois échantillons médiocres dans la collection Bourguignat. Taille 13 sur 10 mm.

Nous avons de Touraine un échantillon de Pontlevoy qui forme le passage entre les figures 289 et 290 de Bourguignat et que nous avons inscrit sous le nom de *C. turgidulus* (MAYER in SANDG., 1874, non ROUS). La correction de *C. subantiquum* A. D'ORBIGNY (Prod., 1852) porte sur l'espèce de Brongniart et non pas sur celle du calcaire de l'Armagnac, Seissan, Ornezan, Toujet, Saucats? (cet. loc. exclud.) Quant à *Paludina impura* citée par DUPUY (*Bithinia tentaculata* MULL.), on ne sait à quelle espèce l'identifier.

Le *Bithinia subpyrenaica* NOULET est une petite espèce de Luchardez, ce n'est pas un Cyclostome, mais une *Bithinella* ou une vraie *Bithinia*. Enfin il y a dans Grateloup (Mém. coq. foss. des Terr. Tert. Bassin de l'Adour. Actes Soc. linn. Bordeaux, 1838, t. X, p. 23, pl. iv, fig. 27) sous le nom de *Cyclostoma cancellata* GRAT., une petite espèce, assez régulière, dont la spire est un peu plus basse que celle de Sansan, mais qui s'en rapproche néanmoins beaucoup (Atlas conchyl., 1847, pl. iii, fig. 30).

VALVATA LARTETI BOURGUIGNAT

1874. *Valvata piscinalis* HOERNES (non MULLER) BENOIST, Catalogue, testacés de la Brède, p. 114 (Pont-Pourquet).

1881, — *Larteti* BOURGUIGNAT, Malacologie de Sansan, p. 153, pl. viii, fig. 297-299.

J'inscris cette espèce pour qu'elle ne soit pas oubliée, mais je n'en sais rien de plus que ce qu'en a dit Bourguignat, nous ne l'avons pas trouvée dans sa collection; elle a été recueillie, probablement à l'état de moule, dans le calcaire lacustre fluviatile à *Melania*, *Melanopsis* et *Unio* de Seissan; elle est très voisine de *V. piscinalis*, espèce vivante, elle a été signalée comme roulée avec des *Mastra* et des *Helix* à Pont-Pourquet, et c'est tout un groupe qui comprend *V. subnaticina* LOMNICKI, *V. piscinaloides* MICHAUD, *V. Hellenica* FONTANNES et bien d'autres formes très difficiles à distinguer les unes des autres; M. H. Germain en relève une dizaine d'espèces comme vivant en France et dans les contrées voisines.

Dans les faluns de la Touraine nous avons un *Valvata piscinalis*

MULLER sp. var. *Dujardini* D.D. que nous n'avons malheureusement pas décrit, qui est cité par Dujardin, comme se trouvant dans la collection Deshayes.

LIMNEA LARTETI NOULET

1843. *Limnea stagnalis* DUPUY (non L.). Moll. du Gers, p. 101.
 1854. — *sansaniensis* NOULET. Mém. coquilles S.O., I, p. 105 (indét.).
 1854. — *Larteti* NOULET, id., p. 106 (type).
 1854. — *dilatata* NOULET, id., p. 107 (pars).
 1867. — *pachygaster* NOULET (non THOMAE). Mém. coq. foss., II, p. 233.
 1874. *Limnæus dilatatus* NOULET (pars). SANDBERGER, Land. u. Sussw., p. 523, 543, 580, pl. xxviii, fig. 24.
 1881. *Limnea pachygaster* BOURGUIGNAT (non THOMAE), Malac. de Sansan, p. 112, pl. v, fig. 192.
 1886. *Limæus dilatatus* NOULET (pars). DOLLFUS et DAUTZENBERG, Etude prélim. coq. faluns, p. 140.
 1892. *Limnea dilatata* NOULET. MAILLARD, Moll. terr. tert. Suisse, p. 110, pl. vii, fig. 8-11.
 1886. — — NOULET. LOMNICKI, Terrains d'eau douce de la Galicie, p. 32, pl. ii, fig. 37.

Le *Limnea Larteti* appartient au grand groupe typique du *L. stagnalis* vivant et il est fort variable comme lui. Ce groupe remonte au Stampien par la présence du *L. pachygaster* qui a été longtemps confondu avec la forme aquitanienne et burdigalienne et passe du Miocène dans le Pliocène avec de faibles variations¹. Les références que nous avons données plus haut se rapportent à la forme que nous considérons comme typique en raison de son dernier tour bien dilaté, sa forme générale ovoïde, sa spire courte oblique et son pli columellaire développé ; les variétés s'établissent comme suit :

TYPE *Larteti* NOULET, forme irrégulière, à dernier tour moyennement développé.

1881. *Limnea Larteti* BOURGUIGNAT, pl. vi, fig. 197.

1881. *Limnea combsella* BOURGUIGNAT, fig. 198-199. Exemplaires jeunes de forme régulière.

VAR. *terpna* BOURGUIGNAT, pl. vi, fig. 191, dernier tour très allongé, subcylindroïde, pas de pli columellaire. C'est peut-être le *L. elliptica* KURR, in KLEIN, 1846, du calcaire de Steinheim.

VAR. *dilatata* NOULET, spire conique, régulière, pointue, pli columellaire, bien marqué.

1881. *Limnea dilatata* BOURGUIGNAT, non Noullet, p. 112, pl. vi, fig. 193.

1881. *Limnea Barreri* ? BOURGUIGNAT, fig. 196, exemplaire jeune.

VAR. *sphærogyra* BOURGUIGNAT. Dernier tour exceptionnellement ample, forme subglobuleuse, pli columellaire fort, p. 113, pl. vi, fig. 194.

Dans la collection Bourguignat il y a quatre échantillons seulement passables du type ; un assez bon de la variété *dilatata*, un autre médiocre

1. Carlo R. Jooss, Ueber (*Limnea* s. str.) *turrita* KLEIN. Centralblatt, 1913, n° 2, p. 58-64, fig.

qui a donné naissance à la variété *terpna* bien mieux représenté dans la collection Noulet, deux spécimens défectueux de la variété *sphaerogyra*, un échantillon très gratté qui pourrait être la variété *conica*, plus une série de huit échantillons de passage, mal définis, dont j'ai séparé un petit échantillon qui pourrait avoir servi de type au *L. Barreri* ; mais on se demande avec des matériaux si médiocres comment Bourguignat a pu donner des diagnoses aussi détaillées et faire exécuter des silhouettes aussi nettes¹.

J'ai beaucoup hésité sur le nom qu'il fallait conserver pour cette espèce, car Noulet en donne plusieurs. Je n'ai pu employer le nom de *L. sansaniensis*, car il est si mal défini qu'on ne sait à quelle forme il se rapporte, peut-être à des échantillons très allongés dont l'auteur a fait postérieurement le *L. armaniaceensis*. J'ai dû abandonner le nom bien connu de *L. dilatata*, qui vient d'ailleurs dans l'ordre descriptif de Noulet après celui de *Larteti*, parce que ce nom n'a été en réalité bien établi que par la première figure qui en a été donnée, figure donnée par Deshayes et représentant un spécimen du calcaire de l'Orléanais d'âge plus ancien, spécimen plus conique et qui est distinguable. Il a d'ailleurs été indiqué sous le nom de *L. dilatata* tant de choses diverses, qu'il vaut mieux employer un nom moins usé pour une délimitation plus précise.

Dans la collection Dupuy on trouve un échantillon qui appartient à la variété *terpna* BOURG.

Quelques figures de Rollier (*Mat. Carte géol., Suisse*) sous le nom de *L. subovata* ZIETEN ? du Bogenthall (canton de Soleure) rentrent peut-être dans le *L. Larteti* (pl. 1, fig. 5, 7, 19). Roman indique une espèce voisine dans le Néogène du Portugal, Maillard a créé en 1892 une variété *regularis* qui ne nous paraît différer du type que par sa taille plus faible.

Le rapprochement avec *Lim. striatella* GRATELOUP n'est pas certain, la taille est bien trop faible, mais il s'agit d'un échantillon jeune ayant conservé ses stries, ce qui existe dans d'autres espèces de Linnées.

La descendance se modifie dans le Pliocène pour atteindre sa période de gigantisme dans nos ruisseaux et lacs de l'Europe actuelle, avec de nombreuses variations qui ont reçu des noms spéciaux de Bourguignat, Locard et leurs émules et qui ont été figurées et classées par S. Clessin en 1884.

LIMNEA ARMANIACENSIS NOULET

1857. *Limnea armaniaceensis* NOULET, Coq. fossiles nouvelles, p. 22.
 1867. — — NOULET, Mém. coq. fossiles, II, p. 237.
 1874. — — NOULET, SANDBERGER, Land u. Susswasser, p. 581, pl. xxviii, fig. 25.
 1881. — — NOULET, BOURGUIGNAT, Malac. de Sansan, p. 116, pl. vi, fig. 195.

1. Il convient d'écrire *Barrerei* du nom de Madame Ed. Lartet.

1886: *Limnea armaniacensis* NOULET. LOMNICKI, Terr. d'eau douce de la Galicie, p. 35, pl. II, fig. 42.

1891. — — NOULET. MAILLARD, Moll. terr. de la Suisse, p. 115, pl. VII, fig. 20 (OEningien).

Coquille ovoïde-allongée, imperforée; spire conique aiguë; six tours peu convexes, le dernier plus grand constituant à lui seul la moitié de la hauteur totale, ouverture ovale, peu ouverte, à marge à peine évasée. Haut. 17 mm., diam. 9 mm.

Cette espèce appartient au groupe de la *L. palustris* vivante et à tout un groupe qui remonte loin dans le temps. Le type, qui est en nombre, provient de Jegun, les échantillons de Sansan qu'on a assimilés sont rares, il y en a quatre dans la collection Bourguignat qu'on peut lui attribuer et ils ne sont pas bien typiques; les figures de Sandberger sont celles qui nous paraissent les meilleures.

Il convient d'en rapprocher le *L. Brongniarti*? L. ROLLIER (Mat. Carte géol. Suisse, pl. I, fig. 25-28) du Bogenthal, canton de Soleure, et le *L. præpalustris* ROMAN du Pontique du Portugal (p. 84, fig. 9).

Dans la faune vivante, l'analogie est plutôt avec le *Limnea corviformis* BOURG., plus grand et plus élancé que le vrai *L. palustris*.

Si après comparaison en nature, cette espèce était reconnue identique aux échantillons qu'on découvre dans le falun marin de Mandillot près de Dax, il faudrait changer son nom, car le *Limnea palustris* GRATELOUP (non GMELIN, non DRAPARNAUD nec BRONGNIART) a été dénommé *L. pseudopalustris* par Alc. d'Orbigny en 1852 bien antérieurement aux travaux de Noulet; en voici les références:

1838. *Limnea palustris* GRATELOUP, Mém. coq. fossiles terr. et fluviatiles des terr. tert. de l'Adour, p. 38, pl. IV, fig. 36, non DRAPARNAUD.

1847. — — GRATELOUP, Atlas conchyliol., pl. III, fig. 41.

1852. *Limnea pseudopalustris* A. d'ORBIGNY, Prodrome de Paléont., III, p. 20 (n° 26-329).

Il est possible enfin que l'espèce de Jegun et des environs soit distincte de celle de Sansan et de celle de Dax, auquel cas un nom nouveau serait nécessaire.

Il existe dans la littérature paléontologique d'assez nombreuses Limnées du même groupe dès l'Oligocène supérieur comme *L. subpalustris* THOMÉ (Kassélien) et, dans le Miocène inférieur, il y a une *Limnea aquitanica* DEGRANGE-TOUZIN qui ne nous paraît qu'une variété du *L. pseudopalustris*; elle ne se rencontre pas à Noailhan dans le calcaire blanc de l'Agenais, mais elle s'y trouve dans le calcaire gris de l'Agenais le mieux caractérisé (Aquitaniens).

LIMNEA DUPUYI NOULET

1843. *Limnea minuta* DUPUY (var.), Moll. du Gers, p. 101.

1854. — *Dupuyiana* NOULET, Mém. coq. fossiles, I, p. 108.

1867. — — NOULET, II, p. 237.

1874. *Limnea Dupuyana* NOULET. SANDBERGER, Land und Sussw., p. 543, pl. xxviii, fig. 27-27b.
 1881. — — NOULET. BOURGUIGNAT, Mal. de Sansan, p. 118, pl. vi, fig. 202-204.
 1881. — *eumicron* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 119, pl. vi, fig. 203-207 (échantillons jeunes).
 1893. — *Dupuyana* NOUL. DEGRANGE-TOUZIN, Étude faune terrestre du S.O., p. 45.

Coquille ovale allongée, très finement striée, perforée, spire allongée, aiguë, comme tordue, à sommet obtus, quatre tours peu convexes, le dernier égalant la moitié de la hauteur totale ; ouverture ovale oblongue, péristome un peu ouvert avec un léger bourrelet intérieur ; columelle torse, réfléchi en dehors. Hauteur 6 mm., largeur 3 mm. Sansan, Luchardez ?



FIG. 6. — *Limnea Dupuyi*. — Grossissement $\times 10$.

Pas d'échantillons dans la collection Bourguignat, mais un grand nombre dans la nôtre, l'ouverture est spécialement caractéristique, le labre en une courbe elliptique régulière ; le *L. eumicron* est basé sur des échantillons jeunes ou incomplets dans lesquels la spire est plus importante, ainsi que le pli columellaire. Je ferai quelques réserves sur la présence de cette espèce qui est indiquée par M. Degrange-Touzain dans les calcaires blanc et gris de l'Agenais, d'âge bien plus ancien.

Il convient d'ajouter à la synonymie comme très probable le *Lim. fragilis* GRAT., 1838 (pl. iv, fig. 37-38, 1847, pl. iii, fig. 37-36) (non MONTAGU, 1804 = *L. subfragilis* D'ORB.), le pli columellaire est bien indiqué et le bord inférieur bien développé.

Nous n'avons pas trouvé jusqu'ici d'échantillons à Sansan représentant le groupe des Limnées à dernier tour très développé et spire très courte : sous-genre *Radix* DENYS DE MONTFORT, 1810 = *Gulnaria* LEACH, 1818, dont Grateloup a indiqué trois espèces à Dax : *L. inflata* DESH., *L. ovata* DRAP. *L. auricularia* LAMK., espèces qu'Alc. d'Orbigny a débaptisées, sans les voir, sous les

noms de *L. subinflata*, *L. pseudovata*, *L. subauricularis*. C'est peut-être une seule espèce !

LIMNEA LAURILLARDI NOULET

1854. *Limnea Laurillardiana* NOULET, Mém. coq. fossiles, I, p. 109.
 1867. — — NOULET, *id.*, II, p. 208.
 1874. — *turrita* SANDBERGER (non KLEIN), Land. u. Susw., p. 581, pl. XXVIII, fig. 26, Sansan.
 1881. — — BOURGUIGNAT (non KLEIN), Malacol. Sansan, p. 117, pl. VI, fig. 200-201.
 1886. — — LOMNICKI (non KLEIN), Terr. d'eau douce de Galicie, p. 35, pl. II, fig. 43.

Coquille ovale, allongée, ventrue, striée, subperforée ; spire courte, aiguë ; cinq tours peu convexes, le dernier égalant les deux tiers de la longueur totale, ouverture ovale, péristome presque continu ; columelle torse, réfléchi en dehors sur la fente ombilicale. Hauteur 10, largeur 5 mm. Sansan (Luchardez ?)

Sandberger a parlé d'un *L. Goussardiana* NOULET comme voisin du *L. turrita* KLEIN, mais il n'y a pas d'espèce de ce nom dans les œuvres de Noulet ni dans sa collection, c'est probablement *L. Laurillardiana* qu'il a voulu écrire. Mais nous n'admettons pas le rapprochement avec l'espèce de Klein dont la figure typique représente une espèce bien plus petite, à tours plus ronds, à suture bien plus accusée et plus oblique, la figure de Sandberger est d'ailleurs bien différente de celle de Klein, celle de Bourguignat est bien médiocre, le dernier tour est trop grand, l'ouverture trop large et pas assez longue, nous ignorons sur quels échantillons elle a été établie. Cette forme est peu éloignée de certaines variétés de petite taille du *L. palustris* si répandu aujourd'hui dans la faune européenne.

PLANORBIS SANSANIENSIS NOULET

Pl. VI ; fig. 19-22.

1832. *Planorbis rotundatus* DESHAYES (non POIRET) in LYELL, Principles of Geol. III.
 1837. — *corneus* DUJARDIN (non LINNÉ). Mém. Touraine, p. 47.
 1843. — — DUPUY (non L.), Moll. du Gers, p. 99, Sansan.
 1854. — *sansaniensis* NOULET, Mém. coq. foss., I, p. 101, pl. VIII, fig. 3-4.
 1862. — *incrassatus* RAMBUR. Journ. Conchy., t. X, p. 77.
 1867. — *cornu* NOULET (non BRONGNIART), Mém. coq. foss., II, p. 227 (pars).
 1874. — — SANDBERGER (non BRONGN.), Land. u. Susw., p. 577 (pars).
 1874. — *sansaniensis* NOULET. SANDBERGER, *id.*, p. 541.
 1881. — — NOULET. BOURGUIGNAT, Malac. Sansan, p. 128, pl. VIII, fig. 216-218.

1881. *Planorbis goniobasis* BOURGUIGNAT (non SANDB.), p. 127, pl. vi, fig. 208-210.
1881. — *solidus* BOURGUIGNAT (non THOMÆ) p. 127, pl. viii, 211-213.
1881. — *anabæus* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 129, pl. vii, fig. 219-221.
1881. — *epagogus* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 130, pl. vii, fig. 222-224.
1881. — *teleus* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 127, pl. vii, fig. 214-215.
1886. — *sansaniensis* NOULET, LOMNICKI, Terrains d'eau douce de Galicie, p. 38, pl. i, fig. 48.
1893. — *solidus* LOCARD (non THOMÆ). Moll. tert. Suisse, p. 139.
1907. — *sansaniensis* NOUL. ROMAN, Néogène continental vallée du Tage, p. 32.

Voici une espèce qu'il a été très difficile de dégager de ses congénères et qui a été fort maltraitée par Bourguignat.

Ce n'est pas le *P. goniobasis* SANDBERGER de l'Éocène supérieur dont les tours tombent à pic du côté de l'ombilic ; ce n'est pas le *P. solidus* de Thomæ qui se confond avec le *P. cornu* BRONGNIART de l'Oligocène supérieur qui est bien plus épais, nettement ombiliqué sur ses deux faces ; ce n'est pas le *P. Mantelli* DUNKER de taille plus grande, du Miocène inférieur (Aquitaniens) qui est plan d'un côté et bien arrondi sur l'autre face. Le *P. sansaniensis* est de bonne taille, allant à 30 mm. de diamètre et 10 mm. d'épaisseur, les tours sont bien arrondis, subplans sur la face supérieure. On observe cependant une suture profonde et la partie centrale est bien nettement déprimée, la face ombilicale est assez profonde et les tours sont rétrécis, l'ouverture est grande, à bords subparallèles, à contour extérieur et tour intérieur bien arrondis.

Les noms donnés par Bourguignat sont fondés sur des particularités qui ne sont pas même des variétés mais des modifications individuelles. Son *P. goniobasis* est typique du vrai *P. sansaniensis*. *P. solidus* est basé sur un spécimen à test très mince (!) dont l'ouverture est presque ronde ; *P. sansaniensis* est représenté par un individu jeune qui paraît plus épais que les spécimens adultes, dans cet état il ressemble beaucoup au *P. cornu* et il n'est pas étonnant que Noulet et Sandberger s'y soient trompés. C'est seulement sur des individus adultes, que le caractère différentiel s'accuse.

Pl. anabæus est créé pour une déformation accidentelle du bord inférieur du labre, ce qui rend l'ouverture oblique, elliptique. *P. epagogus* représente un spécimen épais d'apparence caréné, enfin *P. teleus* à une ouverture dilatée transversalement avec dernier quart de tour élargi. Tout cela ne vaut absolument rien. Nous avons étudié ces échantillons avec l'assistance de M. L. Germain, du Laboratoire de Malacologie du Muséum, dont la compétence pour les Planorbes est bien connue et il n'a pas hésité un instant à opérer avec nous ces réunions ; tous ces noms s'appliquent à des exemplaires rares ou uniques, tandis qu'il y a en vrac des centaines d'échantillons indéterminés.

Le *P. sansaniensis* a pris un très grand développement dans la vallée du Rhône et nous avons été incapables de séparer de très bons

spécimens de l'Ecole des Mines, que nous figurons, d'autres spécimens non moins bien conservés du *P. Thiollierei* MICHAUD, 1855, d'Hauterive, qui est identique à *P. affinis* du même auteur et indistinguishable de *P. heriacensis* FONTANNES de l'horizon de Tersannes. Il y aurait encore dans le Pliocène de cette région : *P. Tournouëri* LOCARD, *P. Philippii* LOC. (Recherches Paléontol. Dép. de l'Ain), 1883, enfin *P. præcorneus* FISCH et TOUR. de Cabrières ; ce serait tout un travail spécial à entreprendre pour réunir positivement ou différencier ces formes.

Dans notre recensement de 1886 des coquilles des faluns de la Touraine nous l'avons fait figurer sous les noms de *P. Thiollierei*, d'après Sandberger, et de *P. incrassatus* RAMBUR, 1862, mais ces noms doivent disparaître devant celui plus ancien et unique de Noulet.

Enfin il y a peu de doute que ce ne soit le *Pl. cornu* GRATELOUP (non BRONGNIET ; Mém. sur les coq. fossiles des terr. tert. du Bassin de l'Adour, p. 34, pl. unique (IV), fig. 30, 1838. Atlas conchyl. Adour, pl. III, fig. 33), devenu en 1852 pour Alc. d'Orbigny le *Planorbis Grateloupi* (Prod. Pal., III, p. 27 ; 26-334).

PLANORBIS (SEGMENTINA) LUDOVICI NOULET

1854. *Planorbis Ludovici* NOULET, Mém. coq. fossiles, I, p. 104.

1867. — *declivis* BRAUN, NOULET, Mém. coq., II, p. 232.

1874. — *declivis* var. *Ludovici*. SANDBERGER, Land. u. Susw., p. 542, 578 (491).

1881. *Segmentina declivis* BOURGUIGNAT (non BRAUN), Malacol. de Sansan, p. 121, p. VIII, fig. 273-276.

1881. — *Milne-Edwardsi* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 222, pl. VIII, fig. 277, 280.

Coquille aplatie, légèrement convexe en dessus, et un peu ombiliquée, presque plane en dessous, très finement striée, six tours s'accroissant régulièrement, séparés par une carène inférieure arrondie, le dernier tour convexe en dessus, presque plan en dessous ; ouverture ovale, anguleuse aux deux extrémités ; péristome simple, droit et aigu. Hauteur 1,5 mm., diam. 7 mm.

Cette espèce a été aisément confondue avec le *P. declivis* de l'Oligocène moyen et supérieur, et Noulet est revenu sur sa première détermination, tandis que Sandberger en faisait une variété ; aucune de ses figures ne peut nous servir : planche xxv, figure 9, il a représenté un type de Wiesbaden qui montre une espèce bien plus épaisse qui est à peine un *Segmentina* et planche xxviii, figure 20, comme provenant de Sansan, le *P. Dupuyi* qui est un *Gyrorbis* sans analogie avec le *P. declivis* ou le *P. Ludovici*.

Le *P. Milne-Edwardsi* ne diffère du *P. Ludovici* que parce qu'il est un peu plus cambré, c'est-à-dire un peu plus convexe en dessus, formant en quelque sorte passage au *P. Larteti* dont il se distingue cependant par ses tours de spire bien apparents et son ombilic ouvert, bien que son épaisseur soit plus faible. Espèce rare, collection Noulet, collection du Muséum de Paris ; les échantillons de Bourguignat ne nous sont pas parvenus.

2 mm. de diamètre. Relativement épaisse, polygyrée, tours ronds embrassants, subsymétriques, ouverture arrondie un peu entamée par le dernier tour qui fait saillie. Le rapprochement avec le *P. contortus* n'est qu'une assez lointaine approximation et on pourrait croire que c'est quelque spécimen jeune de *P. Rouxi* si les tours n'étaient pas plus serrés et moins découverts. Il suffit de comparer les figures et les descriptions des deux espèces de Bourguignat pour juger que leur réunion s'impose. Noulet n'en a pas parlé et nous n'avons rien vu dans sa collection qui s'y rapporte. L'analogue vivant, le *P. contortus* MULLER, est commun dans toute l'Europe et l'Asie du Nord ; ses tours sont plus nombreux et plus serrés.

PLANORBIS (GYROBIS) DUPUYI NOULET

1843. *Planorbis leucostoma* DUPUY (non MULLER), Moll. du Gers, p. 100 (Sansan).
 1844. — *Dupuyanus* NOULET, Mém. coq. foss. du S. O., I, p. 101.
 1867. — — NOULET, *id.*, II, p. 230.
 1874. — — NOULET. SANDBERGER, Land. u. susw., p. 542, pl. XXVIII, fig. 22-22^a.
 1881. — — NOULET. BOURGUIGNAT, Mal. de Sansan, p. 131, pl. VII, fig. 225-228.

Coquille comprimée, concave en dessus, à peine concave en dessous, très finement striée, six tours s'accroissant progressivement, arrondis, sans trace de carène, le dernier proportionnel aux autres ; ouverture ovale ; péristome simple et aigu (Noulet).

Hauteur 2 mm., diamètre 7 mm. Sansan, rare.

Cette espèce à tours serrés et nombreux est très plate et bien symétrique. Nombreux échantillons dans la collection Noulet y compris quelques moules qui sont bien reconnaissables : coll. Dollfus, coll. Jooss, École des Mines, etc.. Noulet et Bourguignat l'ont rapproché du *Pl. leucostoma* vivant qui doit prendre le nom de *Pl. rotundatus* POIRET, mais l'espèce vivante européenne est encore plus polygyrée et un peu plus épaisse.

Dans les dépôts plus récents toute l'analogie est avec le *Planorbis Mariæ* MICHAUD, d'Hauterive, retrouvé dans le Pontique du Portugal par M. Roman

PLANORBIS (GYROBIS) ROUXI NOULET

1854. *Planorbis Roussianus* NOULET, Mém. coq. fossiles, I, p. 103.
 1867. — — NOULET, II, p. 231.
 1881. — — NOULET. BOURGUIGNAT, Malac. coll. de Sansan, p. 132, pl. VIII, fig. 229-232.

Coquille petite, à peu près plane en dessus, concave en dessous, très légèrement striée, six tours qui s'accroissent proportionnellement, arrondis, le dernier est proportionnel aux autres ; ouverture ovale,

peu funulée par l'avant-dernier tour; péristome simple, droit, aigu (Noulet).

Hauteur 1 mm., diamètre 5 mm. (Sansan).

Petite espèce très abondante, qui se distingue de *P. Dupuyi* surtout par sa taille qui est bien moindre, subsymétrique, bords bien régulièrement arrondis, sublisse. L'accroissement progressif régulier distingue bien cette espèce du *P. Goussardi* dont le dernier tour est très sensiblement plus grand que les précédents. C'est encore du groupe du *P. leucostoma* vivant qu'il se rapproche.



FIG. 7. — *Planorbis Rouxi*. — Grossissement $\times 10$.

L'analogie s'établit avec le *P. Prevostianus* MICHAUD (non BRONGNIARD) d'Hauterive qui n'est autre chose que le *P. complanatus* LINNÉ, espèce vivante d'après une comparaison très étendue et soigneuse faite par Locard, et qui se confondrait avec le *P. submarginatus* PALADILHE des marnes de Montpellier.

PLANORBIS (GYRORBIS) GOUSSARDI NOULET

1854. *Planorbis Goussardianus* NOULET, Mém. coq. foss. S. O., I, p. 102 (Sansan).
 1867. — — NOULET, *id.*, II, p. 230.
 1874. — — NOUL. SANDBERGER, Land. u. Susw., p. 542.
 1881. — — NOUL. BOURGUIGNAT, Malac. coll. Sansan, p. 138, pl. VIII, fig. 254-257.
 1881. — *emydium* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 137, pl. VIII, fig. 245-248.

Coquille petite, aplatie, concave en dessus, concave et ombiliquée en dessous, très finement striée; cinq tours arrondis, croissant un peu rapidement, le dernier un peu plus grand relativement aux autres; ouverture arrondie, à peine échancrée par le dernier tour; péristome simple, droit et aigu (Noulet).

Hauteur 0,75 mm., diamètre 4 mm.

Noulet indique en plus, de Sansan, des gisements dans le calcaire lacustre de Saucats et de Noailhan qu'il faudrait confirmer et il rapproche cette espèce de *P. spirorbis*, tandis que Bourguignat indique comme voisin le *P. albus*, mais ces deux espèces sont bien voisines et quand le *P. albus* est dépourvu de ses villosités il faut y regarder de très près pour les distinguer. Le *P. emydium* BOURGUIGNAT ne diffère du type que par sa taille plus faible. L'espèce est abondante dans la collection Noulet, dans celle de Tournouër, au Muséum, à l'École des

Mînes, mais nous n'en avons pas rencontré; les spécimens de Bourguignat nous sont inconnus.

M. Roman a rapproché cette espèce du *Planorbis Matheroni* F. et T. des Marnes de Cabrières, dans son travail sur le Néogène de la vallée du Tâge; nous estimons qu'il y a une plus grande analogie avec *P. omalus* BOURG.

PLANORBIS (TROPODISCUS) OMALUS BOURGUIGNAT

1843. *Planorbis vortex* DUPUY (non DRAPARNAUD), Mollusques du Gers, p. 100 (Sansan).

1881. *Planorbis omalus* BOURGUIGNAT, Moll. de Sansan, p. 134, pl. VII, fig. 237-240.

1881. — *gyrelignus* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 135, pl. VII, fig. 233-236.

1881. — *campaneus* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 137 (non figuré).

Coquille comprimée, anguleuse, surface supérieure bien convexe, surface inférieure légèrement concave; test mince finement strié; six tours anguleux convexes en dessus à croissance régulière rapide. Dernier tour presque le double plus grand que l'avant-dernier. Ouverture oblique, à peine échancrée, subovale; péristome droit, aigu, bords réunis par une faible callosité.

Épaisseur 2 mm., diamètre 9 mm.

J'ai pris pour type le *P. omalus*, non seulement parce qu'il est le premier décrit, mais parce qu'il se rapproche le plus du *P. vortex*; le *P. gyrolignus* est fondé sur un exemplaire un peu plus petit et plus comprimé. Peut-être il faut y réunir encore *P. leptogyrus* BOURGN. dont la carène serait centrale et non latérale; il se rapprocherait, suivant Bourguignat, du *P. compressus* MICHAUD vivant, qui n'est pour Dupuy qu'une variété de *P. vortex*, espèce d'Europe.

Cette espèce me paraît peu éloignée du *P. Reussi* HOERNES (pl. 49, fig. 26) du calcaire lacustre miocène de Eichkogel du bassin de Vienne, décrit par Czjzek.

Nous n'avons rien trouvé d'analogue.

PLANORBIS (ARMIGER) CALLISTUS BOURGUIGNAT

1881. *Planorbis callistus* BOURGUIGNAT, Malac. de Sansan, p. 145, pl. VIII, fig. 258-262.

1881. — *lenapalus* BOURGUIGNAT, *id.*, p. 144, pl. VIII, fig. 263-267.

Cette toute petite espèce, qui n'a guère qu'un demi-millimètre d'épaisseur, sur un millimètre et demi de diamètre, est fort voisine de *P. nautileus* LINNÉ (*Turbo*) espèce vivante d'Europe désignée souvent comme *P. imbricatus* MULLER et *P. cristatus* DRAP. C'est une espèce offrant supérieurement une large concavité profonde et au-dessous une légère concavité avec une dépression ombilicale centrale. Test élégamment orné de petites côtes saillantes, régulières, espacées. Quatre tours convexes à accroissement régulier et rapide, dernier tour convexe,

arrondi, le double plus développé en dessus que l'avant-dernier, ouverture faiblement oblique, à peine échancrée, presque ronde, bords réunis par une callosité délicate. Dans le *P. lenapalus* les tours sont légèrement anguleux et les côtes moins prononcées.

Le sous-genre *Armiger* a été créé par Hartmann, en 1840, pour le *Planorbis imbricatus* MULLER.

Nous avons à signaler à Hauterive la présence de la même forme sous le nom de *P. nautilus* MICHAUD (non L.), espèce devenue *P. geniculatus* SANDB., qui est désignée sous le nom de *P. imbricatus* par Paladilhe dans les marnes de Celleneuve près Montpellier.

UNIO VASCONENSIS NOULET

1868. *Unio vasconensis* NOULET, Mém. coq. fossiles, II, p. 251.

Dans l'*Unio vasconensis* on ne trouve que de petits plis nombreux, qui des environs des sommets se dirigent vers les bords inférieurs et postérieurs; les grands plis en éventail qui dans l'*Unio flabellifer* naissent de la base des sommets manquent complètement. Long. 45 à 55 mm., largeur 32 à 42 mm. Moules géodiques de Solau et Lahas (Gers).

Nous ne savons rien de nouveau sur cette espèce, si c'est une variété de *U. flabellatus* ou une forme spéciale.

De même nous n'inscrivons ici, *Unio anodontoïdes* NOULET, 1846, que pour mémoire. C'est une grande coquille analogue à l'*Unio sinuatus* vivant et dont on n'a découvert jusqu'ici que des fragments.

UNIO LACAZEI NOULET

1843. *Unio pictorum* DUPUY, Mollusques du Gers, p. 102.

var. *Lacaziana* (Saint-Georges).

1846. — *Lacazi* NOULET, Mém. sur quelques coquilles p. 16, pl. iv, fig. 1-4, var. *attenuata* pl. v, fig. 1-2.

1846. — *Laymontianus* NOULET, *id.*, p. 17, pl. vi, fig. 1-2.

1846. — *Larteti* NOULET, *id.*, p. 18, pl. v, fig. 3.

1867. — *Lacazei* NOULET, Mém. coq. fossiles, II, p. 251.

1874. — *Lacazei* NOULET. SANDBERGER, Land und Suswasser, p. 570, 617.

1881. — *Larteti* NOULET, BOURGUIGNAT, Malac. Sansan, p. 154, pl. viii, fig. 302.

1893. — *Lacazei* NOUL. DEGRANGE-TOUZIN, Faune terrestre du Sud-Ouest, p. 74 (Allias, Birac, Cazats?)

Coquille ovale allongée, dépourvue de plis, arrondie antérieurement, subanguleuse postérieurement, sommets peu proéminents, bord supérieur à peine arqué, l'inférieur droit ou légèrement sinueux; dent cardinale conique tuberculeuse.

La taille est très variable, elle va en longueur de 40 à 80 mm., et en hauteur de 20 à 40 mm.; il y a des différences importantes dans la rondeur des extrémités, dans les impressions palléales, etc. La variété *Larteti* est plus courte et plus profonde, la variété *laymontiensis* a la charnière

répandue dans les sables de l'Orléanais, les faluns de la Touraine et qui se développe dans les dépôts fluviaux du Miocène supérieur et du Pliocène depuis le Portugal jusqu'en Russie, d'après M. Andrussow. Dans la nature actuelle les *Unio* plissés sont une famille immense des fleuves de la Chine et des Etats-Unis de l'Amérique du Nord. Fontannes s'est déjà occupé de cette question et nous ne pouvons la reprendre ici incidemment ; Bourguignat n'en parle pas.

Je ne fais pas figurer en synonymie le *Margaritana Wetzleri* DUNKER, 1851 (*Paleontograph*, p. 162, pl. XXI, fig. 25-26), parce que la figure me paraît douteuse et que Dunker l'a déjà comparé avec l'espèce de Goldfuss avant de l'établir.

L'espèce du Portugal décrite par Fontannes est l'*U. Ribeiroi* dans le Miocène (note sur la découverte d'un *Unio* plissé dans le Miocène du Portugal, Lyon 1883, 52 p. 1 pl.) elle a été retrouvée depuis (1907) par Roman dans un grand nombre de gisements du même pays.

Mais *U. flabellatus* est indiqué dans la Molasse supérieure de la Souabe wurtembergeoise par Probst (1879) et dans la Souabe bavaoise par Ruhl (1896), elle s'y trouve à plusieurs horizons du Miocène d'après Gümbel (1861).

FOSSILES DU CALCAIRE DE MASCA.

Dans sa description des fossiles du calcaire de l'Armagnac, Noulet a compris quelques fossiles découverts dans un calcaire rougeâtre situé aux bords de Masca, entre Jegun et Castéra-Verdun, mais rien n'est plus douteux que la position stratigraphique de ce calcaire lacustre, il est soulevé en anticlinal sur le revers d'un pointement crayeux qui est entouré de marnes nummulitiques, au voisinage de sources chaudes surgissant à la faveur d'une dislocation profonde ; aucune des formes fossiles n'a été reconnue jusqu'ici comme caractéristique et retrouvée dans quelque autre niveau bien défini comme âge ; nous nous sommes décidés, d'après ces raisons, à laisser, pour le présent, de côté le gisement de Masca et nous n'en mêlons pas la description avec celle des fossiles de Sansan, ce sont :

Helix vasconiensis NOUL. ou *H. armaniacensis* NOUL.

Cyclostoma vasconense NOUL.

Limnea armaniacensis NOUL. (pars).

Planorbis conterraneus NOUL.

Pour le présent nous gardons l'assimilation du *L. armaniacensis* de Jegun avec l'espèce de Sansan du groupe du *L. palustris* et nous avons déjà donné tous les détails qui s'y rapportent ; pour les autres espèces une description séparée a été ici maintenue.

HELIX (FRUTICICOLA) VASCONENSIS NOULET

Pl. V ; fig. 8-16.

1843. *Helix carthusiana* ? M. DUPUY, Mollusques du Gers, p. 95 (environs d'Auch).

1854. — *vasconensis* NOULET, Mém. coq. fossiles, I, p. 85.

1867. — — NOULET, *Id.*, II, p. 220.

Coquille subdéprimée, très peu convexe en dessus et en dessous ; fente ombilicale à peine marquée ; tours au nombre de 5 à 6 presque plans, le dernier plus grand proportionnellement aux autres, arrondi, infléchi à sa terminaison vers l'ouverture, celle-ci est très oblique, ovale, peu lunulée ; péristome obtus un peu réfléchi, bord columellaire épais, presque droit.

Haut. 7 à 8 mm., diamètre 15 à 18 mm.

Calcaire de l'Armagnac (?) à Jegun, près les bains de Masca. Cette espèce n'a pas été figurée jusqu'ici ; nous donnons des photographies des exemplaires de Noulet ; l'ombilic est absolument caché par le péristome ; quelques échantillons portent le nom manuscrit de *H. armaniacensis*, les spécimens de Jegun ont une teinte rosée qui est caractéristique de tous les fossiles de ce gisement, les spécimens qui leur ont été attribués de Sansan (in coll. Noulet), sont peu nombreux et mal conservés. Je connais des exemplaires au Muséum à Paris, dans la collection Noulet, mais aucun dans celle de Bourguignat qui n'a pas mentionné l'espèce.

H. Deupesii NOULET vient tout auprès, si ce n'en est pas une simple variété à spire plus élevée. Nous n'avons vu sous ce nom dans la collection de Toulouse qu'un seul échantillon avec partie de test, sans ouverture et peu caractéristique.

A signaler l'analogie avec *H. deveva* REUSS, 1860, des calcaires lacustres de la Bohême.

CYCLOSTOMA (MEGALOSTOMA ?) VASCONENSE NOULET

1854. *Cyclostoma vasconense* NOULET, Mém. coq. foss. du Sud-Ouest, I, p. 114.

1857. — — NOULET, II, p. 224.

Coquille et test inconnus. Moule intérieur cylindrique, turriculé, tronqué au sommet, ombilic étroit et peu profond, deux à trois tours peu convexes, le dernier à peine plus grand que les précédents ; place de l'ouverture ovale avec un angle peu ouvert en haut ; bord à peine évasé (Noulet). Hauteur 22 mm., diam. 13-15 mm.

Ces moules ne sont pas connus à Sansan, leur horizon n'est pas certain comme appartenant au calcaire de l'Armagnac, aux bains de Masca près Jegun (Gers). Nous avons cru devoir mentionner ici cette espèce qui ne saurait être confondue avec les autres moules. Le calcaire de Jegun est d'une nuance jaune-rosée toute caractéristique, sur des

spécimens assez bien conservés de la collection Noulet on distingue des stries spirales assez nombreuses. Ce n'est pas un Cyclostome typique et l'état de conservation de l'ouverture ne permet pas un classement certain au milieu des nombreux sous-genres qui ont été proposés.

PLANORBIS CONTERRANEUS NOULET

1837. *Planorbis conterraneus* NOULET, Coquilles fossiles nouvelles des terrains d'eau douce Paris-Toulouse, p. 22.
 1867. — — NOULET, Mém. coq. fossiles terrains d'eau douce, p. 228.
 1870. — — NOUL. JACQUOT, Descript. géol. mém. dép. du Gers, p. 37.

Testa supra planulata, haud umbilicata; subtus concava; irregulariter striata; anfractibus 5-6 sensim accrescentibus; ultima tereti; apertura ovata, subintegra, vix dilatata, peristomate simplici, recto acutoque. Haut. 7-10 mm., diam. 22-30. Jegun, Masca, Touget (Gers).

On distinguera le *P. conterraneus* de *P. subpyrenaicus*, dont il est rapproché, par sa forme plus circulaire, due à l'enroulement plus régulièrement progressif de ses tours, au défaut d'ombilic au-dessus, et, enfin, à la concavité de la face inférieure résultant du peu de développement des premiers tours comparativement à celui du dernier (Noulet).

Ajoutons que le *P. subpyrenaicus* dont il est ici question n'est autre que le *P. sansaniensis*.

Les échantillons du *P. conterraneus* sont nombreux dans la collection Noulet, ils n'ont jamais été figurés, ils sont tous à l'état de moules et ils proviennent d'un calcaire jaune-rosé d'une nuance très caractéristique, ils sont tous des environs de Jegun dans un horizon stratigraphiquement encore douteux et qui n'appartient peut-être pas au calcaire de l'Armagnac.

Les localités de Lucbardez et de Saucats sont douteuses; il en existe dans la collection du Muséum, déterminés par Tournouër, provenant de Gondrin (Gers). Il est toujours bien plus plat que le *P. sansaniensis*.

Je figurerai également trois espèces d'*Helix* importantes pour le Sud-Ouest, qui n'ont jamais été représentées et que j'ai pu étudier dans la collection Noulet et dont M. Mourié, conservateur du Musée d'Histoire naturelle à Toulouse, a bien voulu avec grande amabilité me faire des photographies :

*HELI*X VILLANDRICENSIS NOULET. Type de Villandrie, pl. V, fig. 19-21.

*HELI*X FRONTENSIS NOULET. Type de Fronton, pl. V, fig. 23-24.

*HELI*X BARTAYRESI NOULET. Type de Nérac, pl. V, fig. 25-27.

III. — Comparaison de la faune malacologique de Sansan avec celle des autres gisements du Néogène.

BASSIN DE LA LOIRE. — Les relations entre la faune de la Molasse de Sansan et celle des Sables et Marnes de l'Orléanais sont bien établies, autant par la stratigraphie que par la paléontologie. De part et d'autre ces dépôts reposent sur l'Aquitarien et sont ravinés par l'Helvétien. De la même manière, dans les deux bassins de la Touraine et de la Gironde, on trouve remaniés à la base des dépôts marins supérieurs des ossements et des coquilles de la faune continentale de l'Armagnac et de l'Orléanais. La différence de conservation des échantillons, la récolte clairsemée des spécimens ont masqué jusqu'ici un rapprochement qui va se précisant.

Dans la liste que j'ai donnée en 1908 de la faunule de Suèvres j'ai suivi trop étroitement les anciennes déterminations de l'abbé Bourgeois et je ne faisais d'ailleurs que commencer l'étude des faunes lacustres du Miocène, en sorte que les noms que j'ai donnés à ces espèces sont à corriger comme il suit :

FAUNULE DES SABLES ET MARNES DE L'ORLÉANAIS RECUEILLIE A SUÈVRES (L.-ET-G.).

<i>Planorbis sansaniensis.</i>	<i>Eumelania aquitanica.</i>
— <i>Ludovici.</i>	<i>Melanopsis Kleini.</i>
<i>Limnea Larteti.</i>	<i>Unio flabellatus.</i>

Les espèces communes entre les Faluns de la Touraine et la Molasse de l'Armagnac sont jusqu'ici les suivantes, elles sont parmi les espèces les plus communes dans les deux gisements.

<i>Helix turonensis.</i>	<i>Neritina burdigalensis.</i>
<i>Helix eversa.</i>	<i>Eumelania aquitanica.</i>
<i>Cyclostoma Larteti.</i>	<i>Melanopsis Kleini.</i>
<i>Planorbis sansaniensis.</i>	<i>Unio flabellatus.</i>
<i>Limnea Larteti.</i>	

La question des *Helix* de la Touraine, signalés par DeFrance dès 1821, doit nous arrêter quelques instants, Deshayes y a distingué quatre espèces : *H. eversa*, *H. asperula* *H. turonensis*, *H. Duvauri*. Mais Dujardin, ayant recueilli une série nombreuse d'échantillons, rejeta les espèces de Deshayes, les réunissant toutes sous le nom d'*H. vermiculata* MULLER, espèce vivante de la France

méridionale, mais cette détermination fut vivement critiquée par Rambur en 1862 qui montra que l'espèce vivante était différente, mais il estima que le nom d'*H. asperula* devait être appliqué pour toutes ; il a fait observer que dans une suite un peu longue on peut trouver tous les passages dans la forme du péristome et la hauteur de la spire, il explique que l'ornementation par points ou vermiculation n'est pas un caractère, mais l'effet de la dissolution du test contre lequel des grains de sables sont pressés quand les eaux viennent à circuler dans les faluns, il en donne la preuve en montrant que les parties protégées sont sans sculpture et que, quand on écaille le test, on constate qu'il est uni dans la profondeur.

Bien plus tard, M. Collot, étudiant les importants matériaux de la comtesse Lecoindre, a distingué deux espèces avec bon nombre de variétés pour chacune d'elles ; nous avons suivi son exemple.

Pour les autres espèces nous avons donné des détails critiques sur leurs attributions dans la partie descriptive. Il est des échantillons de *Planorbis*, de Limnées, de *Pupa* si bien conservés dans les sables des faluns de la Touraine qu'il ne nous paraît pas possible de dire qu'ils nous parviennent tous par remaniement des sables de l'Orléanais qui sont au-dessous ; on doit croire que ces coquilles flottées et portées par les ruisseaux sur la plage appartenaient bien réellement à la faune vivante contemporaine des faluns ; nous considérons donc qu'il faut mettre absolument au même niveau comme âge : la Molasse de l'Armagnac et les faluns de Léognan ; les sables de l'Orléanais et les faluns de la Touraine ; localement successifs dans l'ordre stratigraphique, ils sont contemporains dans leur ensemble, et aucune ligne de changement d'âge ne saurait les séparer dans un tableau de classification.

Sans vouloir entrer ici dans aucune discussion sur la nomenclature des étages de nos classifications, je dirai que leur critique reste ouverte et que les noms qui sont employés me paraissent pour la plupart bien malheureux ; c'est à tort qu'on a voulu introduire ici un principe de priorité, il est en opposition avec tout progrès et ne représente que les vues erronées et incomplètes des anciens auteurs, ces noms sont généralement trop compréhensifs et les types qu'ils désignent sont si vastes que chacun peut les limiter arbitrairement.

Quoi de plus mauvais que l'Helvétien de Mayer que chacun a diminué à son gré avec ou sans raison par le haut et par le bas ; Tortonien est bon ; nous connaissons la stratigraphie et la paléon-

tologie des assises du voisinage de cette bourgade du Piémont, il est impossible de s'égarer; mais Burdigalien, Vindobonien n'ont pas une précision suffisante, Bordeaux et Vienne ne sauraient être des types.

Je me déclare, pour le moment du moins, incapable de dire si une faune continentale est burdigalienne ou helvétienne, les Mollusques n'ont pas changé. Il en est de même du Vindobonien (Depéret, 1895) formé par la réunion de l'Helvétien et du Tortonien, je ne vois aucune différence du Burdigalien au Vindobonien. En fait, au-dessus de l'Aquitaniien est apparue une faune en grande partie nouvelle qui s'est conservée longtemps sensiblement identique à elle-même et qui s'est prolongée jusqu'au Pontien sans subir de modifications sérieuses, elle s'est perpétuée avec de faibles mutations jusqu'à la faune européenne actuelle, avec des additions considérables d'ailleurs et avec des extinctions beaucoup moindres.

BASSIN DU NORD. — Nous ne connaissons présentement aucune faunule terrestre, ni dépôt continental, à placer au niveau de la Molasse de l'Armagnac, ni en Angleterre, ni en Belgique, ni en Hollande, ni dans l'Allemagne du Nord; il y a bien au Bolderberg, en Belgique, et dans le bassin inférieur de l'Elbe des dépôts miocéniques, mais ils n'ont fourni jusqu'ici aucune coquille continentale. Dans le bassin de Mayence la série des calcaires lacustres se termine avec l'Oligocène, et dans les sables à *Dinotherium* d'Eppelsheim on n'a signalé aucun Mollusque. Au contraire dans le grand bassin dit méditerranéen, du Portugal jusqu'en Pologne, il existe une série de bassins lacustres et de faluns marins du Miocène qui ont fourni des éléments de comparaison que nous allons rapidement examiner.

BASSINS DU MIDI. — *Espagne*. Notre honoré confrère M. Almera a signalé *Helix Larteti* à Marquesta dans le N. de la province de Barcelone dans une situation qui a été précisée par M. Carez¹ et qui est identique à celle de la Molasse de l'Armagnac : dans des marnes rougeâtres superposées aux couches à *Schizaster* et à *Pecten* de l'Aquitaniien et surmontées par un système épais à *Ostrea crassissima* de l'Helvétien.

On sait aussi que d'immenses étendues de calcaires lacustres se développent dans la péninsule, mais que leur étude est à peine commencée, il y a lieu de croire cependant, d'après l'indication

1. L. CAREZ, 1881. Etude terr. crét. et tert. Nord Espagne, p. 278.

de divers ossements, que le Burdigalien continental s'étend vers Madrid, Alcoy, etc. *Mastodon angustidens* et *Anchitherium* ont été découverts à San Isidoro. Mais ce sont surtout les couches lacustres du Miocène supérieur qui sont importantes à Concud et ailleurs par la présence de l'*Hipparion*¹. Dans le Nord il existe un petit bassin tertiaire à la Seo de Urgel qui a été étudié à diverses reprises par M. Chevalier (1909, 1910, 1914)² dont la faune de Vertébrés renferme quelques espèces de Sansan, mais dont l'ensemble paraît sensiblement plus récent ; d'après les observations de M. Vidal³ qui viennent d'être publiées on y aurait découvert les genres *Mastodon*, *Tapirus*, *Dicrocerus*, *Hyo-therium*, *Acerotherium*, ce qui donnerait à croire qu'il se rencontre plusieurs horizons stratigraphiques différents. Aucune espèce de Mollusque n'y a été signalée jusqu'ici.

M. Schlosser a étudié une faunule de Vertébrés et de Mollusques provenant de Cueva Rubia, province de Teruel⁴, avec *Mastodon* cf. *longirostris* et *Hipparion* cf. *gracile*. Il y aurait conjointement *Planorbis Thiollieri* (*P. Mariæ*, *P. Matheroni*), *P. heriacensis*, *Limnea cucuronensis*, *Succinea primæva*, ce dépôt est vraisemblablement Pontien. M. Schlosser profite de cette occasion pour en comparer la faune avec les dépôts tertiaires supérieurs de la Bresse et du Lyonnais avec lesquels l'analogie est en effet manifeste, mais le rapprochement qu'il fait aussi avec le calcaire lacustre de Mörsingen près Ulm, dans une haute vallée de la Souabe, avec *Helix sylvana*, est bien plus difficile, la liste de Mollusques sur laquelle il se base est certainement défectueuse, car il y figure des espèces franchement oligocéniques comme *Helix involuta*, *H. phacodes*, etc., qui n'ont jamais été trouvées avec *H. sylvana* et *H. vermiculata*, et qui gênent ses conclusions. On peut néanmoins admettre que Mörsingen est plus haut que Sansan, mais inférieur à Hauterive.

Au Portugal nous n'avons pas reconnu jusqu'ici la faune de Sansan. Mais on y connaît depuis Fontannes⁵ les couches renfermant une faune fort voisine, bien que d'âge sensiblement plus

1. DEREIMS, 1898. Recherches géol. dans le Sud de l'Aragon, p. 172.

2. CHEVALIER, B. S. G. F., t. IX, p. 158-178, 1909.

3. M. VIDAL, 1913. Bol. Soc. esp. Hist. nat., p. 499-507, fig.

4. SCHLOSSER. Über Säugetiere und Süsswasser Gasterop. am Pliocène ablagerungen Spanien, *Neus Jahr.*, 1907, II, p. 1. — ROBERT DOUVILLÉ. La péninsule ibérique. 1911. *Hand d. Reg. geol.*

5. FONTANNES. Découverte d'un *Unio* plissé dans le Miocène du Portugal. Lyon 1883, 22 p., 1 pl. — F. ROMAN. Le Néogène continental de la vallée du Tage. Lisbonne, 4^e, 1907, p. 9, 37, etc.

récent. Fontannes était resté indécis sur la position des couches d'Archino à végétaux qui avaient fourni son *Unio Ribeiroi*, on savait seulement qu'elles étaient superposées à un banc d'*Ostrea* du groupe de la *crassissima*, depuis on y a trouvé des ossements d'*Hipparion* qui ôtent toute incertitude, cependant cette faune pontique, étudiée par M. F. Roman, a fourni de nombreux types apparaissant déjà dans le Miocène moyen, nous les avons indiqués au cours de nos descriptions.

Il faut ajouter qu'on a trouvé, remaniées dans la Molasse marine du Burdigalien de Lisbonne, un certain nombre de coquilles d'eau douce :

Helix Larteti, *Planorbis sansaniensis*, *Cyclostoma Larteti*, *Limnea Larteti*, dans des conditions identiques à celle des récoltes faites par les collectionneurs dans le Bordelais, en Touraine, à Vienne, etc.

En Italie, je ne vois rien à rapprocher de notre Miocène continental. On a trouvé quelques *Helix* roulés dans la molasse miocène de Turin, mais il ne semble pas qu'on ait pu les déterminer. Ce n'est qu'au-dessus du Tortonien que les dépôts continentaux s'offrent avec quelque étendue, et M. Carlo de Stefani en a fait un recensement général très important¹. Les dépôts mastodiniens paraissent y avoir été peu importants, ou sont encore mal connus.

Dans l'*Hérault* il y a des chances pour que le niveau de Sansan soit précisément le petit horizon lacustre que de Rouville a indiqué, dès 1868, entre les marnes bleues à faune aquitanienne de Foncaude et les premières couches de molasse à *Pecten Tournali*, les assises à *Ostrea crassissima* régnant nettement au-dessus².

Mais ce qu'il est nécessaire de dire, c'est que la faune de Sansan a des relations étroites avec les marnes lacustres de Celle-neuve près Montpellier qui occupent cependant un niveau stratigraphique bien plus élevé; nous verrons au cours de cette étude qu'on rencontre bien d'autres exemples de cette affinité avec des couches supérieures, tandis que les relations avec des couches plus anciennes sont extrêmement rares. Il n'y a pas identité entre les coquilles, mais une consanguinité manifeste, dont voici des exemples :

1. CARLO DE STEFANI, Moll. continentali pliocenici d'Italia. Pisa, 1876, 1884.

2. DE ROUVILLE. B. S. G. F., XXV, p. 889. — F. ROMAN. Recherches stratig. et pal. sur le Bas-Languedoc, p. 196 (1897).

FAUNULE DE CELLENEUVE.

FAUNULE DE SANSAN.

<i>Clausilia</i> (<i>Tryptichia</i> <i>sinistrosa</i> M. DE S.	cf. <i>Cl. Larteti</i> .
<i>Helix</i> <i>Gaspari</i> PALADILLE.	cf. <i>H. Ludovici</i> .
— <i>runderoides</i> MICHAUD.	cf. <i>H. supracostata</i> .
<i>Vertigo</i> <i>pseudo anti-vertigo</i> PAL.	cf. <i>V. diversidens</i> .
— <i>Nouleti</i> MICH.	cf. <i>H. Larteti</i> .
<i>Planorbis</i> <i>affinis</i> MICH.	cf. <i>P. sansaniensis</i> .

Tournouër admettait que cette faune est un peu plus récente que celle d'Hauterive. M. Viguiér en fait de l'Astien comme pour Hauterive.

En examinant plus loin cette faune d'Hauterive, qui a été si souvent comparée à celle de Montpellier, nous reviendrons sur ses affinités réelles.

Dans la molasse des *Bouches-du-Rhône* diverses espèces d'*Helix* ont été décrites anciennement par Matheron; actuellement M. Collot considère que certaines d'entre eux ne sont que des variétés de *H. turonensis*¹:

Helix carryensis D'ORBIGNY 1852. *H. Orbignyi* (MATH. 1843, non WEBB. 1839), variété déprimée abondante à Rognes. *Helix galloprovincialis* MATH. var. subombilique de Peyrignion.

Ces *Helix* ont été trouvés à Carry, sur la côte de Provence, au-dessus des couches aquitaniennes à *Melongena Lainei* (couches de Bazas) dans une molasse à *Ostrea aginensis* (étage langhien) inférieures aux assises helvétiques à *Ostrea crassissima*².

Dans le bassin d'Aix, *H. turonensis*, ses variétés et ses compagnons, *Planorbis*, *Cyclostoma* ont été trouvés dans une molasse grossière à Mirabeau, à Bauray, à Rognes. La position stratigraphique est supérieure au Burdigalien à *Ostrea granensis* FONT., dans une molasse sableuse, glauconifère, discordante, qui fait partie de la série à *Ostrea crassissima*; on y a trouvé également des ossements roulés de *Mastodon angustidens*.

Si nous montons dans la *vallée du Rhône*, nous constatons qu'il y a lieu de séparer absolument à la base la série miocénique des

1. DEPÉRET, FONTANNES. Etude stratig. et pal. Terr. Tert. Bassin du Rhône, IX, p. 91, 1889. — COTTREAU. B. S. G. F., t. XII, p. 331.

2. COLLOT. Descrip. géol. des environs d'Aix-en-Provence. Thèse 4^e, 1880, p. 115. — COLLOT. B. S. G. F., t. XII, p. 48-104. (Note très importante). — PALADILLE. Etude sur les coq. foss. des Marnes lacustres de Montpellier. *Revue des Sc. nat.*, 1873, 32 p. 1 pl. — FONTANNES. Découverte d'un gisement à Limnées à Celleneuve, *Rev. des Sc. nat.*, 1879, 14 p. — VIGUIER. Le Pliocène de Montpellier. B. S. G. F., XII, p. 379-423. — VIGUIER. Pliocène des environs de Montpellier. A. F. A. S., t. XX, p. 405-419, 1 pl.

couches à *Helix Ramondi* appartenant au sommet de l'Oligocène sans analogie avec la faune de Sansan, en notant que les couches saumâtres à *Potamides plicatus*, *Tympanotomus margaritaceus* sont déjà du Miocène inférieur. Cette distinction ressort parfaitement des travaux de M. Depéret, et depuis lors M. Joleaud a insisté à plusieurs reprises sur cette coupure naturelle.

Au sommet du Miocène, les marnes d'eau douce de Cabrières et Cucuron ne me paraissent pas aussi isolées que le pensait Tournouër, nous y relevons des affinités très nettes avec Sansan, analogues à celles signalées pour Hauterive.

Helix Christoli MATH.

cf. *H. Larteti*.

Limnea sp. pl. XIX, fig. 9.

cf. *L. Dupuyi*.

Planorbis præcorneus TOUR.

cf. *P. sansaniensis*.

— *Matheroni* TOUR.

cf. *P. omalus*.

Une revision récente de MM. Depéret et Sayn a rapproché la faune de Cucuron de celle de Montvendre, d'Ambérieu, d'Ambro-nay comme Miocène supérieur.

Je n'exposerai pas les débats prolongés qui ont eu pour objet l'établissement de l'échelle stratigraphique des terrains néogènes du Lyonnais, du Bas-Dauphiné et de la Drôme. Tous ces horizons sont plus récents que celui de Sansan, mais c'est une faune malacologique très voisine qu'on y rencontre. Les études de Fontannes ont définitivement établi qu'il y a deux horizons continentaux voisins mais non identiques¹.

PLIOCÈNE INFÉRIEUR (PLAISANCIEN)	{	Marnes d'Hauterive à <i>Helix Chaixi</i> .
		Marnes de Saint-Ariès à <i>Nassa semistriata</i> .
MIOCÈNE SUPÉRIEUR (PONTIEN)	{	Sables de Montvendre à <i>Helix delphinensis</i> .
		Sables de Visan à <i>Nassa Michaudi</i> .

La faune à *Helix delphinensis* est d'ailleurs très voisine de

1. FONTANNES. Le plateau de Cucuron. Étude stratigr., IV, 1878. — DEPÉRET et SAYN. Monograph. faune fluvioterrestre du Miocène supérieur de Cucuron. Lyon, 1900, 24 p., 1 pl. — GAUDRY, FISCHER, TOURNOUËR. Animaux fossiles du Mont Leberon (Vaucluse). Paris, 4^e, 1873, p. 154. — MICHAUD. Description des Coq. fossiles découvertes dans les environs d'Hauterive, Drôme. (I) Lyon, 1855, Soc. linn. 8, 30 p., 2 pl. MICHAUD. Descript. coq. foss. d'Hauterive. (II) Paris 1862. Journ. Conchy. 27 p., 2 pl. — MICHAUD. Descript. des coq. fossiles découvertes à Hauterive (III), Lyon, 1877 (chez l'auteur) 28 p., 3 pl. — FONTANNES. Étude sur la faune malacol. Miocène des environs de Tersanne et d'Hauterive. Montpellier 1878, Rev. des Sciences, 24 p., etc. — FONTANNES. Position stratigraphique du groupe pliocène de Saint-Ariès, aux environs d'Hauterive, 1881, Montpellier. Rev. des Sc. nat., 36 p. (Le bassin de Crest), VI, 1880. A. LOCARD. Recherche paléontolog. sur les dépôts tertiaires à *Milne-Edwardsia* et *Vivipara* de l'Ain. Mâcon, 1883, Ann. Acad., 166 p., 4 pl. — A. LOCARD. Descrip. de la Faune de la molasse marine et d'eau douce du Lyonnais. In-f°, Lyon, 1878, 282 p., 2 pl.

celle d'Hauterive et il existe dans le département de l'Ain de très nombreux gisements difficiles à classer en raison de cette affinité. Voici un tableau des analogies entre ces faunes et la faune de Sansan.

FAUNE D'HAUTERIVE

<i>Testacella Deshayesi</i> MICH.	<i>Vertigo Dupuyi</i> MICH.
<i>Zonites cristallinus</i> —	— <i>myrmido</i> MICH.
<i>Helix Chaixi</i> —	<i>Valvata piscinaloides</i> MICH.
— <i>ruderoïdes</i> —	<i>Planorbis Thiollierei</i> MICH.
<i>Clausilia Terveri</i> —	— <i>nitidus</i> MICH.
<i>Carychium pachychelius</i> SANDB.	— <i>Mariæ</i> MICH.
<i>Vertigo Baudoni</i> MICH.	— <i>submarginatus</i> PALAD.
— <i>Nouleti</i> MICH.	— <i>geniculatus</i> SAND.

FAUNE DE SANSAN

cf. <i>Testacella Larteti</i> .	cf. <i>Vertigo diversidens</i> .
<i>Zonites apneus</i> .	— <i>rhynchostoma</i> .
<i>Helix Ludovici</i> .	<i>Valvata Larteti</i> .
— <i>supracostata</i> .	<i>Planorbis sansaniensis</i> .
<i>Clausilia Larteti</i> .	— <i>Larteti</i> .
<i>Carychium Nouleti</i> .	— <i>Dupuyi</i> .
<i>Vertigo Nouleti</i> .	— <i>Rouxi</i> .
— <i>Larteti</i> .	— <i>callistus</i> .

Sans compter les espèces données comme identiques comme : *Unio stabellatus*, *Melanopsis Kleini*, *Cyclostoma Baudoni*.

Nous avons comparé très attentivement à plusieurs reprises les échantillons de *P. Thiollierei* de l'École des Mines de Paris avec des échantillons pourvus de test du *P. sansaniensis* sans pouvoir trouver la moindre différence. Il y a dans ces nombreux éléments voisins plus qu'un rapprochement fortuit, mais une filiation positive.

Bien d'autres endroits sont à considérer aux environs de Lyon.

La faune des Vertébrés de la Grive Saint-Alban, si bien étudiée par M. Depéret est très voisine de celle de Sansan avec laquelle elle a au moins la moitié des espèces communes, elle paraît cependant un peu plus récente, elle monterait au niveau des couches à *Cardita Jouanneti*.

M. Depéret a cité *H. Larteti* à Villeversure dans l'Ain. Et A. Boistel a examiné la faune malacologique de Saint-Jean-le-Vieux, Ambronay, Ambérieu, qui appartient au Miocène supé-

rieur tout en ayant beaucoup d'espèces très voisines, sinon identiques aux nôtres¹.

Douxami, que nous avons eu le grand regret de perdre récemment², avait étudié le Miocène de la vallée du Rhône en amont de Lyon, en Savoie et sur la bordure de la Suisse, il explique qu'on rencontre toute une série de coquilles terrestres, non seulement dans tous les niveaux du Pontique, mais au-dessus dans le Pliocène inférieur lacustre de la Bresse, et au-dessous jusque dans le tuf de Meximieux qui se classe à la partie inférieure du Miocène moyen, et cependant c'est à peine si on peut trouver quelques différences insignifiantes entre les formes de ces différents niveaux pouvant justifier l'existence de variétés miocènes ou pliocènes,

Dans la faune d'Aost près de la Tour du Pin, qu'il a spécialement étudiée, divers fossiles continentaux ont été trouvés mêlés avec une faune marine qui est d'un âge à peine plus récent que celui des faluns de la Touraine, ce sont :

<i>Helix delphinensis.</i>	cf. <i>H. turonensis.</i>
<i>H. abrettensis.</i>	cf. <i>H. extincta.</i>
<i>Clausilia grandis.</i>	cf. <i>Cl. Larteti.</i>
<i>Planorbis heriacensis.</i>	cf. <i>Pl. sansaniensis.</i>

L'*Helix Chaixi* du Pliocène diffère de l'*H. Chaixi* du Miocène supérieur par sa taille plus faible et son ombilic moins accentué.

En Suisse, sans pouvoir entrer dans tous les intéressants détails que comporte le sujet, nous trouvons dans la plaine une série épaisse de molasse qui commence dans le Sud à l'Oligocène pour se prolonger dans le Nord jusqu'au sommet du Tortonien³.

La faune de Sansan n'a aucun rapport avec celle de la molasse d'eau douce inférieure qui, à la Paudèze, près Lausanne, a donné *Helix Ramondi* et des *Anthracotheurium*, cette molasse est oligocène supérieure — kassélienne — elle est surmontée par une molasse grise à végétaux, avec fossiles aquitaniens comme : *Unio flabellatus*, *Acerotherium*. La molasse marine helvétique

1. DEPÉRET. Description et parallélisme du système miocène. *B.S.G.F.*, XXI, p. 170 (1893). — A. BOISTEL. Quelques coupes du Miocène de la Bresse. *B. S. G. F.*, I, p. 658 (1901).

2. H. DOUXAMI. Études sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. Paris, 1896 (Thèse), p. 285.

3. C. H. JOOS. *Nachricht. Blatt. Nat. Gesellsch.* (1910), I, p. 19-29. — L. ROLLIER. Descrip. géol. de la partie Jurassique de la feuille VII de la Carte géol. de la Suisse. Part. I. Siderolit. Molasse oligocène du Jura. Berne, 1910, 4°, 148 p. 4 pl. — L. ROLLIER. Revision de la stratigraphie et de la tectonique de la Molasse au N. des Alpes. *Mém. Soc. helv. Sc. nat.*, vol. XLVI (1911), 88 p., 2 pl.

fossilifère ne débute que plus au Nord, plus haut, à Epalinges, avec *Hyotherium* et *Listriodon* pour se prolonger jusqu'en Thurgovie. Au-dessus de cette molasse marine qui renferme *Cardita Jouanneti* à St-Gall, on trouve des intercalations continentales, qui arrivent dans le Nord, à OEningen, au Tortonien à *Helix sylvana*. J'ai été à OEningen (OEhningen), près de Wagnen en 1913, et j'ai été complètement déçu, j'ai trouvé toutes les carrières fermées et les gisements classiques, si intéressants, étudiés autrefois par O. Heer, entièrement abandonnés ; je n'ai recueilli que le *Planorbis Larteti*.

Près du lac de Constance, M. Jooss a eu l'occasion d'étudier une faunule terrestre insérée dans un gros grès poudingique polygénique de la molasse supérieure de Bregenz, et cette faunule est extrêmement voisine, sinon identique, à celle de Sansan : *Clausilia Helvetica*, *Limnea elliptica*, *Eumelania Escheri*, etc.

L'horizon de Sansan à *Helix Larteti* est bien connu dans le Jura, je l'ai signalé à Pontarlier, il a été mentionné fréquemment à La Chaux-de-Fond, et Maillard a indiqué un nombre de localités très considérable¹. Cet *H. Larteti* du Burdigalien et de l'Helvétien est peu éloigné de *H. sylvana* du Tortonien et comme l'a dit Maillard, avec lequel j'ai été depuis longtemps d'accord, quand le test manque, surtout, on peut rester, pour de nombreux échantillons, dans une complète incertitude sur le nom véritable à adopter.

Helix Leymeriei existe à Tramelan dans le Jura Bernois et Maillard considérerait son niveau comme œningien, c'est une tendance à faire remonter les Faluns de la Touraine dans le Tortonien comme vient de le tenter notre excellent confrère L. Rollier dans deux travaux stratigraphiques et paléontologiques sur la molasse suisse. Mais c'est impossible, et il se trompe matériellement sur l'ordre stratigraphique des dépôts français, il met le Sallomacien (à *Cardita Jouanneti*) au-dessous des autres faluns, et son Aquitanien dans l'Oligocène, j'aurais presque à discuter chacun des termes de son tableau, mais on lui doit de bonnes figures, nombreuses, du Vindobonien du Jura central avec *H. turonensis*, *Planorbis Mantelli*, et du calcaire à *H. sylvana* de la Souabe.

Dans le Wurtemberg les îlots de Tertiaire continental sont nombreux et d'âges variés². Je considère comme appartenant à

1. G. DOLLÉUS. Nouveaux gisements de Terrain tertiaire dans le Jura près de Pontarlier. *B.S.G.F.*, XV (1887), p. 179-194.— MAILLARD. Monographie Moll. Tertiaire terr. et fluv. de la Suisse. Genève, 1891. 40, *Mém. Soc. Paléont.*, XVIII, 276 p., xn pl.

2. Il y a près d'Ulm à Einsingen un calcaire lacustre à *Strophostoma*, récemment décrit par M. K. MILLER (*Jahr. Ver. Naturth. in Wurt.*, 1907) et qui appartient à l'Oligocène supérieur, et un autre à Eggingen décrit par M. Depéret.

l'Oligocène supérieur (Kassélien) : le calcaire d'Ehingen-sur-Danube à *Helix Ramondi* et *H. rugulosa*, ainsi que les couches d'Opfingen à *Planorbis declivis* et à végétaux, et les calcaires de Talfingen à *Helix crepidostoma*.

Plus haut, c'est la Molasse marine qui a envahi le pays ; décrite par Probst, K. Mayer, Miller et autres, elle nous paraît aquitanienne à la base et plus haut helvétienne, on y trouve des lits à *Ostrea gengensis* Sch. (*O. crassissima* var.) qui contiennent à Dischingen un grand nombre de coquilles identiques à celles de Touraine, c'est le Burdigalien et l'Helvétien. Au-dessus de la molasse marine, type d'Ulm, vient une série d'abord fluvio-marine et ensuite lacustre qui est bien typique à Kirschberg (Ob. u. Unt.) avec nombreux *H. sylvana* (espèce peu éloignée de *H. Leymeriei*), la faune de Vertébrés a de grandes affinités avec celles de Sansan et de La Grive Saint-Alban, on y trouve principalement : *Planorbis Mantelli*, *Limnaea dilatata*, *Melanopsis Kleini*, *Eumelania*, *Unio*. Les couches fluvio-marines contiennent : *Cardium sociale*, *Oncophora*, *Dreysensia*, etc. Ailleurs ce sont des végétaux terrestres, M. Depéret y voit un équivalent du Tortonien.

Dans un autre bassin, un peu différent, à Steinheim, d'autres calcaires lacustres sont bien connus, les Vertébrés ont une grande analogie avec ceux de Sansan, mais parmi les Mollusques il y a beaucoup d'espèces spéciales comme le *Carinifex multiformis*, beaucoup de déterminations, plusieurs fois modifiées déjà, ne nous paraissent pas définitives ; ce serait un faciès de l'Helvétien, nous n'arrivons pas à considérer cette faune comme tortonienne (Miocène supérieur), ainsi que l'ont fait la plupart des auteurs allemands¹.

En Bavière, dans la Souabe, sans parler de quelques îlots de calcaire lacustre appartenant à l'Oligocène supérieur, il y a une couverture importante de Molasse marine helvétienne renfermant une faune semblable à celle de la Touraine bien que peu abondante, on y découvre çà et là les mêmes ossements de Vertébrés roulés, c'est au-dessus de cette Molasse marine que se rencontre la Molasse jaune à *Mastodon angustidens* et *Helix sylvana*, les parties sableuses terminales ont donné *Dinotherium Bavaricum*, la faune mammalogique est plus récente que celle de Sansan et

1. TH. ENGEL. Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 3^e édit. Stuttgart 1908, 8°, 654 p., 6 pl., carte, fig. — K. MILLER. Die Schneckenfauna des Steinheimer Obermiocäns. Jah. ver. naturh. Württ., 1900. — F. GOTTSCHICK. Aus dem Tertiärbecken von Steinheim a/A. Jah. Ver. Natur. in Württ., 1911. — C. JOOSS. Beiträge zur Scheckenfauna des Steinheimer Obermiocäns. Jah. 1902.

donne lieu, au point de vue malacologique, à un très intéressant rapprochement¹.

Le bassin isolé de Ries, désigné parfois sous le nom de Reit im Winkel, a donné une faune marine et continentale qui laisse peu de doute maintenant sur son âge oligocène moyen ou supérieur, mais non pas miocène comme on en trouve souvent l'indication².

Toujours en Bavière, la Molasse continentale du gisement d'Undorf près Regensburg a fourni à S. Clessin un sujet d'études prolongées, il y signale un grand nombre d'espèces de la faune de Sansan³ et considère à tort cet ensemble comme Miocène supérieur, c'est du Miocène moyen, pas plus.

<i>Helix subpulchella.</i>	<i>Limnea dilatata (Larteti).</i>
— <i>supracostata.</i>	<i>Planorbis Mantelli.</i>
<i>Carychium Nouleti.</i>	— <i>Larteti.</i>
<i>Pupa Nouleti.</i>	— <i>Ludovici.</i>

Dans la *Haute Bavière*, la *Haute Autriche* et jusqu'en *Moravie* on trouve entre la Molasse marine à *Ostrea gingensis* et la Molasse fluviatile à *Helix sylvana* des couches saumâtres à *Oncophora* (ancien *Tapes gregaria* et espèces voisines), *Dreissensia*, *Cardium*, *Melanopsis* qui renferment aussi des espèces de Sansan d'un grand intérêt comme *Helix Larteti*, *Unio oslavanensis*, (*Unio Larteti*?), *Congerina Leucippe* (*Dreissensia Basteroti*?), *Planorbis amicus* (*Pl. microstatis* ?)⁴.

M. Rzehak a donné le petit tableau suivant des faciès contemporains entre les deux régions:

BAVIÈRE-SOUABE.

MORAVIE-AUTRICHE.

Couches fluviatiles à *Helix sylvana* = Argiles marines de Baden.

Couches fluvio-marines à *Oncophora* = Argiles saumâtres à *Oncophora*.

Molasse marine = Argile verte fluviatile.

1. F. RUHL. *Beit. z. Kennt. der Tertiären und quat. Ablagerungen in Bayerisch-Schwaben*, 1896. — J. SCHAD. *Beit. z. Kennt. der Tertiären am Langevicht und Hochstrass, Jahr. ver. natur-Württ.*, 1908 (Thèse), p. 249-304. — W. KRANZ. *Das Alter der Sylvanaschichten*, I, 1912, II, 1913. *Jahr. des Oberrheinischen Geol. Vereines*.

2. K. DENINGER. *Beit. z. Kennt. der Mollusken fauna der Tertiärbild. von Reit. Munich*, 1902. — W. KRANZ. *Bemerk. u. geolog. Übersicht, Karte Süd West deutsch. Cent. Blatt. f. Min.*, 1910. — CARLO JOOSS. *Alttertiäre Land u. Süsswasser Schichten aus dem Reis. Jahr. v. Nat. Württemb.*, 1912.

3. S. CLESSIN. *Die tertiären Binnenconchylien von Undorf*, 1877. *Corresp. Blatt. Regensb.* — S. CLESSIN. *Die conchylien der Obermiozänen Ablag. von Undorf*, 1884. *Malacol. Blätter*, VII. — S. CLESSIN. *Die Conchylien der Ob. m. von Undorf, Berichte des natur. Ver. zu Regensburg*, IV, 1893.

4. GUMBEL. *Die miozänen Ablagerungen im oberen Donaugebiet*, Munich 1887. *Sitzung. der Mat. phy. Classe*, p. 221-326. — L. VON AMMON. *Die fauna der brackischen Tertiär Schichten in Niederbayern*. Kassel, 1887. *Geolog. Jahresh. fens*, 22 p., 1 pl. — M. RZEHAK. *Die fauna der Oncophora Schichten Mahrens. Brunn*, 1893. *Verhand. Nat. Ver. in Brunn*.

En ce qui concerne les couches désignées sous le nom de Schlier d'Ottenang, c'est un faciès de mer profonde, de marnes bleues, qui passent latéralement à la Molasse à *Cardita Jouanneti* et *O. crassissima* et qui se termine au sommet par une série lignitifère à *H. sylvana* ; tout cela est plus récent que Sansan, contrairement à la conclusion de Suess, qui considère que le calcaire d'eau douce de Steinheim et les Oiseaux des travertins de Ries, la faune d'Eibiswald à *Mastodon angustidens* appartiennent à la faune de Sansan qui serait synchronique avec la Molasse d'OEningen dans laquelle on trouve des cendres du massif volcanique du Höhgau datant de la même époque que les effondrements alpins des environs de Vienne (La Face de la Terre, I, p. 276-277). C'est le long prolongement de la faune de Sansan dans le temps qui a provoqué toutes ces confusions, et d'ailleurs Suess a très mal connu et apprécié les terrains tertiaires.

Dans le bassin de Vienne, le paléontologue Hoernes a indiqué depuis longtemps la présence accidentelle de coquilles terrestres et fluviatiles dans les dépôts marins du grand bassin miocène d'Autriche, et spécialement à Gründ, les noms sont à modifier et leur équivalence peut s'établir comme suit.

<i>Helix tyronensis</i> HOERNES pars,	
DESH. pars.	= <i>H. Larteti</i> .
<i>Planorbis pseudo-ammonius</i> H.	<i>P. sansaniensis</i> .
non Voltz.	
— <i>Reussi</i> HOERNES.	<i>P. Ludovici</i> .
<i>Valvata piscinalis</i> MULL.	<i>V. antiquata</i> .
<i>Limnea Zelli</i> HOERNES.	<i>L. subinflata</i> .
<i>Melania Escheri</i> BRONG.	<i>Eumelania aquitanica</i> .

Les localités où a été trouvé *H. Larteti* sont nombreuses : Gründ, Pullendorf, Gannersdorf, Nexing, Hoflein, Gauderndorf, Brunn ; à Grunbach dans les couches à *Ostrea crassissima*, à Ameis dans une marne lacustre de l'argile à tuiles. Tout récemment M. F. X. Schäffer a signalé *H. Larteti* dans les couches marines d'Eggenburg, dans le bassin extra-alpin à l'Ouest de Vienne, dans le Méditerranéen I de Suess.

M. Depéret mentionne de nombreux gisements d'ossements de Mammifères dans les couches ligniteuses qui se trouvent dans les vallées intra-alpines de l'Autriche et de la Syrie à l'Est du môle de Vienne ; ils appartiennent à l'horizon de Grund, au Méditerranéen II de Suess en relation avec la faune de Sansan, sans aucune attache avec l'Oligocène supérieur. Les mêmes ossements se rencontrent roulés à la base du Leithakalke et de l'argile de Baden.

De telle sorte que la faune de Sansan, Mollusques et Vertébrés, en Autriche comme en France, monte bien haut stratigraphiquement au-dessus de son niveau d'apparition et se continue même après l'arrivée de la faune nouvelle à *Hipparion* qui caractérise le Pontique (Le Play 1842¹, Étage thracien, Hochstetter, 1870, type à Pikermi.)

Voici, d'après ses études, la classification des couches miocènes du bassin de Vienne avec leurs équivalents dans la vallée du Rhône.

	BASSIN DE VIENNE	BASSIN DU RHÔNE.
PONTIQUE	Couches sarmatiques à <i>Oncophora</i>	Manque.
TORTONIEN	Tegel de Baden	Marnes de Cabrières.
	Leithakalk	Molasse de Cucuron à
HELVÉTIEN		<i>Cardita Jouanneti</i> .
	Sables et argiles de Gründ, couches d'Eibiswald	Sables et grès à <i>Ostrea crassissima</i> .
	Schlier d'Ottmang	Schlier d'Avignon.
BURDIGALIEN	Molasse d'Eggenburg à <i>Mytilus Haidingeri</i>	Molasse à <i>Pecten præscabriusculus</i> .
AQUITANIEN	Couches de Moll à <i>Arca cardi-formis</i>	Couches de Carry à <i>Melongena Lainei</i> .

La faune de Leobersdorf², dans la partie alpine du bassin de Vienne, se trouve dans des conditions un peu analogues à celle de Eichkogel, mais elle nous semble un peu plus récente, c'est Hauterive et non pas Tersanne, elle a ce caractère de posséder, en outre d'espèces modifiées de Sansan, toute une série de formes orientales et saumâtres qui prennent ainsi leur valeur stratigraphique. A côté de *Helix leobersdorfensis* qui est un *H. Chaixi* un peu haut de spire, de *Tryptichia leobersdorfensis* qui est si voisin de *Clausilia maxima*; *Carychium Sandbergi* semblable à *C. Nouleti*, *Helix supracostata*, *Eumelania Escheri*, *Planorbis Thiollierei*, *Limnea armaniacensis*, il y a des *Congerina*, *Pyrgula*, *Limnocardium*, *Melanopsis*, *Orygoceras* et *Papyrotheca* de la faune dite pannonienne de Buda-Pesth.

Depuis longtemps nous avons signalé la transgression des couches tertiaires de l'Ouest à l'Est dans le bassin de Vienne par l'examen des faunes des diverses localités; critiquant l'emploi des termes de méditerranéen I-II. La distinction des bassins intra-

1. DEPÉRET. Classification et parallélisme du système Miocène, *Bull. Soc. géol.*, XXI, p. 170 (1893). — R. HOERNES. Bau und Bild der Ebenen Oesterreiches, Wien, 1903, p. 917-1110.

2. O. RITTER VON TROLL. Die pontischen Ablagerungen von Leobersdorf und ihre Fauna, Wien 1907, *Jahr. d. K. K. Geol. Reich.*, Bd. 57, p. 33-90, pl. (Bibliog.).

alpin et extra-alpin est sans valeur, car les failles qui les limitent aujourd'hui ne se sont produites que postérieurement au Miocène, au Pontique tout probablement, ainsi plus anciennes et sans relation avec la distribution géographique¹ des divers horizons stratigraphiques.

En Styrie la faune terrestre et d'eau douce de Rein, ou Reun d'après une orthographe plus récente, a été depuis longtemps l'objet d'études : Gobanz, en 1854, y voyait un équivalent du calcaire lacustre de Hochheim (Kassélien) ; F. Standfest en 1882, corrigeant beaucoup de déterminations, fait passer Rein dans le Miocène inférieur, opinion qui est confirmée par M. Penecke en 1891. Cependant M. Schlosser, de Munich, dont on connaît la compétence pour les Vertébrés, fait descendre plus bas la position stratigraphique, il dit que la faune de Rein est plus voisine de celle de Tucheritz que de toute autre et vraisemblablement oligocène supérieur. M. R. Høernes n'hésite pas à accepter l'âge de l'horizon de l'*Helix Ramondi* et je dois dire que l'indication de *H. Larteti* variété *rennensis* n'est pas probante. Les figures données des Limnées et des Planorbes n'ont rien qui permette de prendre position et l'existence de formes nettement oligocéniques comme *H. osculum*, *H. leptoloma*, *H. inflexa* laissent à peine la question en suspens pour nous ramener à l'avis de Gobanz.

Il y a d'ailleurs en Styrie bien d'autres dépôts miocéniques sur lesquels nous sommes insuffisamment renseignés.

Quant à l'âge des couches d'Eichkogel, près Mödling, M. Schlosser a réussi à établir qu'il était bien plus récent que celui de Sansan et au voisinage de l'horizon d'Hauterive, il convient d'ajouter que dans ses assimilations il s'est basé spécialement sur la faune des Vertébrés qui avait été négligée par ses prédécesseurs et sur la découverte de la faune de Pikermi qui y a été faite par M. Vacek. C'est en effet une faune pontique dérivée de celle de Sansan, mais plus récente, comme dans le bassin du Rhône².

En Moravie il y a également des dépôts de calcaire lacustre, à Czeikowitz, près Göding, dont la faune malacologique a été exa-

1. DOLLFUS et DAUTZENBERG. *Journ. Conchyl.* Coquilles nouvelles ou mal connues des faluns de la Touraine, 1899, p. 17.

2. HILBER. Das Tertiargebiet. um Graz, Köflach. u. Gleisdorf 1883. *Jahr. K. K. Geol. Reich.*, p. 281-368. — GOBANZ. Die fossilen Land u. Suswasser moll. des Becken von Rein. Wien., 1854. *Sitzurbg.* XIII. — A. PENECKE. Die Mollusken Fauna des Untermioc. Suswasserkalkes von Reun. Berlin 1891. *Zeich. Deut. Geol. Gesell.* p. 346. — M. SCHLOSSER. Die Land u. Suswassergasteropoden von Eichkogel bei Mödling. Nebst einer Besprechung der gaster. von Rein. Wien 1907. *Jahr. K. K. Geol. Reichs.* v. 57, p. 763.

minée par Th. Fuch en 1880; situés immédiatement au-dessous des dépôts pontiques et qui renferment, avec des espèces indiquées comme nouvelles, diverses espèces rappelant la faune de Sansan mais occupant un niveau stratigraphique sensiblement plus élevé, près des couches à Congéries; une revision attentive des déterminations de ces fossiles serait fort nécessaire; l'espèce la plus abondante : *Planorbis nitidiformis* GOB. est très voisine du *P. Larteti*¹.

En Bohême les couches lacustres du Tertiaire du Nord de la Bohême, qui sont très fossilifères, à Tuchoritz, Kolosoruk, Grosslipen, Warzen ont été étudiées par A. Reuss en 1862 (*Palaeontog.* II) et en 1860 (*Sitzungb. A. Wien*), reprises par Boettger en 1870 plus amplement décrites par G. Klika en 1891, avec addition par Babor en 1897², et elles ont été assimilées unanimement au calcaire de Hochheim dans le bassin de Mayence avec lequel on compte 46 % d'espèces communes, c'est donc de l'Oligocène supérieur. Nous avons comparé séparément toutes ces espèces et à l'exception de quelque *Pupa* ou *Vertigo*, il n'y a pas d'analogie réelle avec Sansan, ce n'est pas du Miocène, et les sous-genres mêmes y sont bien différents, c'est du Kassélien, le Chattien de Fuchs.

Il est possible qu'il existe du Miocène moyen continental en Dalmatie, Neumayr dans une note déjà ancienne³ a cité : *Helix turonensis* avec *Neritina Grateloupi*, *Limnea pseudopalustris*, *Planorbis subpyrenaicus*, *P. Ludovici*, de la localité de Miocic, c'est à confirmer; les *Melanopsis* sont très nombreux et l'âge réel serait peut-être au niveau de Montvendre.

En Silésie on connaît à Oppeln des couches de calcaire lacustre ligniteux reposant sur la craie sénonienne, dont les Mollusques ont été étudiés principalement par M. A. Andreae et les Vertébrés par M. Schlosser, en 1904, et repris par M. Wegner, en 1913. Or, si la faune des Vertébrés avec *Pliopithecus antiquus*, *Mastodon angustidens*, *Aceratherium tetradactylus*, *Anchitherium aurelianense*, *Dicrocerus furcatus*, etc., nous apparaît comme incontestablement miocénique et même burdigalienne, la liste des Mollusques contient un grand nombre d'espèces à affinités oligocéniques;

1. TH. FUCH. Ueber ein neues Vorkommen von Suswasserk. bei Czeikowitz in Mären. *Verh. d. G. Reichst.* 1880, p. 162.

2. F. KAFKA. Studien auf dem Gebiete der tertiär formation nord Böhmens. Prag, 1911. *Archiv natur.*, XIV, 92 p., fig.

3. M. NEUMAYR. Beil. z. Kennt. fossiler Binenfaunen I Dalmatinischen Suswas sermergel. *Jahr. der K. K. Geol. Reich.* Wien, 1869, XIX, p. 355.

j'y vois des représentants des genres *Galactochilus*, *Achantinula*, *Strobilus* et même des espèces connues : *Helix osculum*, *H. involuta*, *H. ehingensis* ; par contre, je relève des espèces extrêmement voisines de celles de Sansan et appartenant aux genres *Sansania*, *Pupa*, *Vertigo*, *Triptychia*, *Carychium*, *Cyclostoma*. Nous sommes obligés de nous demander s'il n'existe pas à Oppeln plusieurs calcaires lacustres qu'on pourrait distinguer, ou si les déterminations de M. Andreae ont été faites avec une rigueur suffisante ; il va sans dire que lorsqu'il paraît y avoir conflit entre les faunes de Vertébrés et celles de Mollusques, c'est à la classification donnée par les Vertébrés qu'il importe d'accorder la préférence. Malgré la revision récente de M. Wegner, la liste des Vertébrés n'est pas homogène et elle s'échelonne de l'Aquitainien au Tortonien, le dernier mot n'est pas dit sur les dépôts lacustres de la Silésie supérieure¹.

En Galicie, Dubois de Montpereux et Eichwald y ont fait connaître l'existence de dépôts de calcaire lacustre tertiaire, de dépôts marneux avec lignites et de sables marins fossilifères. Eichwald, en 1853, (*Lethea Rossica*) a donné les noms spéciaux aux coquilles continentales qui n'ont pas été jusqu'ici identifiées. Depuis 1880, M. M. Lomnicki a donné toute une série de notes sur ces dépôts continentaux, mais écrites en polonais, ce qui les rend peu accessibles. En somme, il semble qu'il existe au-dessus des dépôts marins d'âge miocène des dépôts lacustres fort étendus depuis les environs de Cracovie par Przmysl, Lemberg, jusqu'en Bukovine, à Tarnopol et passant en Podolie. Dans les marnes à *Chara* de Podhayce, à Zgnilym, Posuchow, Korzowa, Monasterzyska, etc., dépôts qui ont fourni à Sandberger une première faunule qui les lui a fait paralléliser avec le calcaire de l'Orléanais et les faluns de la Touraine. Dans les listes de

1. Dr A. ANDRAE. Unter Miocäne Landschnecken mergel bei Oppeln in Schlesien. I Mitt. Roemer Museum. Hildesheim, Janvier 1902, 8 p., fig. — Dr A. ANDRAE. Zweiter Beitrag zur Binnenconchylien fauna der Miocäns von Oppeln. Decembre 1902, 32 p., fig. — Dr MICHAEL. Tertiäre süsswasserconchylien von Königlichen Neudorf bei Oppeln. *Sitz Zeicht. Deut. Geol. Gesell.* Bd 54 (Mars 1902). — Dr P. OPPENHEIM. Über dar Miocän in Oberschlesien. *Monatb. Deut. Geol. Gesell.* Bd., 59 p. 43-54, 1907. — R. N. WEGNER. Tertiär und umgelagerte Kreide bei Oppeln. *Paleontograph.* Band LX Stuttgart, 1913, p. 175-274. — A. M. LOMNICKI. Slod kowodny utwor trzeciorzduy na Podolu Galicyjskiem. Lwow (Lemberg) 1884. *Kosmos* (Bibliographie). — LOMNICKI. Die tertiäre süsswasserbildung in Ostgalizien. *Verhand. K. K. geolog. Reichsans.*, Wien, 1886, 20 p. (résumé en allemand). — LOMNICKI. Matériaux pour aider à la connaissance des dépôts miocéniques d'eau douce des environs de Cracovie. Lemberg, 1902, *Kosmos*, XXVII, p. 227-240, 1 pl. — LOMNICKI. Slod Kowadny utwor trzecio. na Podolu. Ext., tome XX, *Kom. fizyograph. Akad. Um.*, 1886, 76 p., 3 pl. (Paléontologie).

M. Lomnicki de 1886 on relève en effet bon nombre d'espèces de Sansan comme :

Helix subpulchella SANDB., *Helix tyraica* LOM. (cf. *H. Leymeriei*), *Pupa Irati* NOUL., *Pupa Nouleti* DUP., *Limnea dilatata* N., *L. armaniensis* N., *L. Laurillardi* N., *Planorbis cornu* (*P. sansaniensis*), *Planorbis Ludovici* NOUL., *P. Larteti* NOUL., *Dreissensia alta*, avec au voisinage *Oncophora gregaria* et *Ostrea gingsis*. Beaucoup d'espèces sont indiquées en outre comme voisines d'espèces miocéniques. Mais une description et une comparaison soigneuses des échantillons en nature nous paraissent nécessaire pour toute cette région avant d'émettre une conclusion définitive ; nous admettons provisoirement avec l'auteur qu'il s'agit du Miocène moyen.

Hongrie-Transylvanie. M. A. Koch a délimité très précisément les dépôts de l'Oligocène supérieur, qu'il désigne sous le nom de Chattien, des dépôts miocéniques dits méditerranéens qu'il classe comme suit.

MÉDITERRANÉEN II = Etages : VINDOBONIEN et SARMATIEN.

MÉDITERRANÉEN I = Etages : AQUITANIEN et BURDIGALIEN.

Dans le conglomérat de base des couches de Hidolmas on trouve quelques ossements de Vertébrés : *Acerotherium*, *Listriodon*, c'est du Burdigalien ; dans les couches de Magyar-Baago ce sont des coquilles terrestres flottées dans des dépôts marins, c'est du Vindobonien. Ce n'est que dans les couches de calcaires lacustres à silex du comitat d'Hunyad qu'on trouve une faune malacologique continentale d'une certaine importance et elle se place dans le Sarmatien. Plus haut les couches du Levantin à *Limnocardium* donnent des coquilles terrestres et fluviatiles en abondance, mais c'est la faune à *Helix Chaixi* d'Hauterive et nous sommes dans le Pliocène inférieur¹.

Je ne prolongerai pas cette étude aux contrées plus éloignées de moins en moins connues, à la Russie, à l'Orient, à l'Afrique du Nord, nous savons seulement, par la détermination de quelques gros Vertébrés, comme le *Mastodon*, que la faune de Sansan y est représentée et qu'elle livrera quelque jour des représentants de la faune malacologique du Miocène moyen.

Il nous paraît cependant se dégager de tous ces renseignements quelques conclusions générales que j'indiquerai sommairement :

1. A. KOCH. Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenburgischen Landestheile, II Neogen. Artheil. Buda-Pest, 1900.

I. La faune malacologique de Sansan est bien distincte de celle plus ancienne du calcaire blanc de l'Agenais à *Helix Ramondi* de l'Oligocène supérieur (Kassélien).

II. Elle est aussi distincte de la faune un peu moins ancienne du calcaire gris de l'Agenais à *Helix girundica* appartenant à l'Aquitanién moyen avec laquelle elle a très peu d'espèces communes.

III. Mais cette faune de Sansan, qui est stratigraphiquement au niveau du Burdigalien, a de grands rapports d'identité avec ce que nous savons de la faune continentale égarée dans les couches de l'Helvétien marin (Miocène moyen) européen.

IV. Elle se propage avec des variations médiocres dans le Miocène supérieur (Tortonien), dans le Pliocène inférieur et supérieur et dans l'Europe actuelle tout entière; ces variations sont accompagnées d'extinctions et de quelques apparitions entièrement nouvelles qui se distinguent immédiatement.

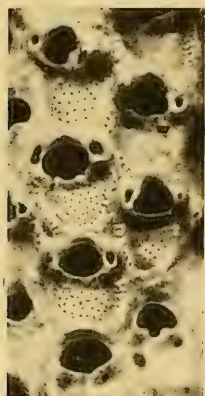
V. Tandis que la coupure principale dans la série marine se place entre le Kassélien et l'Aquitanién, pour la faune malacologique continentale elle serait mieux tracée entre l'Aquitanién et le Burdigalien. La faune continentale serait en retard d'apparition sur l'invasion marine. Cette constatation permet d'expliquer pourquoi divers paléontologues veulent maintenir l'Aquitanién dans l'Oligocène, malgré les preuves données par l'étude de la faune marine qui doivent être considérés cependant comme prépondérantes ¹.

1. *Espagne*. — Les épreuves de cette note étaient depuis longtemps corrigées quand nous avons reçu un magnifique ouvrage de M. Hernandez Pacheco sur la géologie et la paléontologie du gisement de Vertébrés fossiles de Palencia dans le bassin supérieur du Douro (Vieille Castille). L'auteur y décrit une faune très importante avec : *Anchitherium aurelianense*, *Listriodon splendens*, *Dinoth. giganteum*, *Rhinoc. sansaniensis*, *Mastodon angustidens*. Nous estimons cette faune la même que celle de Sansan et nettement burdigalienne. Cependant M. Pacheco influencé certainement par la découverte d'un superbe Cervidé le *Palaeoplatyceras hispanensis* estime que l'âge est tortonien. Mais l'existence de cette espèce nouvelle ne saurait l'emporter sur la présence d'autant d'espèces anciennes caractéristiques. Les Mollusques sont peu abondants et en mauvais état; cependant nous pensons reconnaître parmi les formes représentées, planche LXI, *Limnea Larteti* et *Planorbis sansaniensis*.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III

	Pages
FIG. 1, 2, 3. — Steganoporella cavatura F. CANU. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Coll. Canu.....	323
FIG. 4, 5. — Steganoporella brevis F. CANU. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Coll. Canu.....	324
FIG. 6. — Cellaria rhombifera GOLDFUS, 1838. — Aquitanien supérieur de Mérignac (Baour). Coll. Canu.....	325
FIG. 7, 8. — Hippodiplosia granulosa F. CANU. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Coll. Canu.....	327
FIG. 9, 10. — Meniscopora irregularis F. CANU. — Aquitanien supérieur de Mérignac (Baour). Coll. Canu.....	330
FIG. 11, 12, 13, 14. — Hippodiplosia verrucosa F. CANU. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Coll. Canu.....	328
FIG. 15, 16. — Holoporella tubulosa F. CANU. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Coll. Canu.....	331

Toutes les figures sont grossies environ 23,5 fois.



1



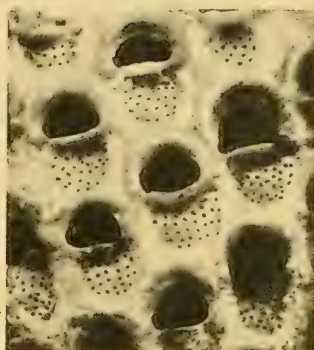
2



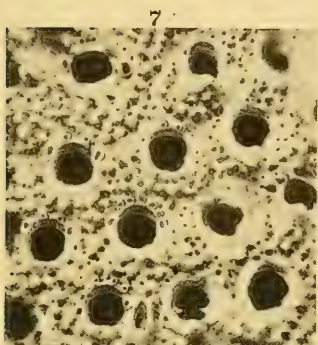
3



5



4



7



6



10



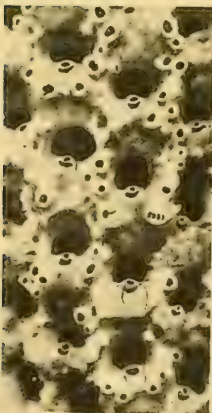
15



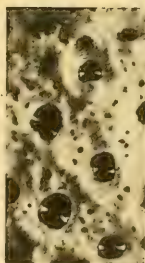
9



8



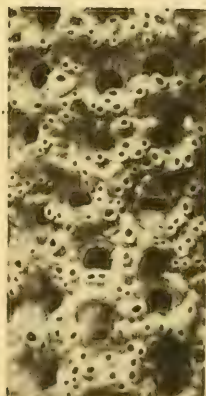
11



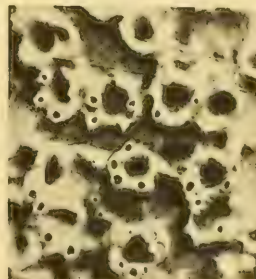
12



14



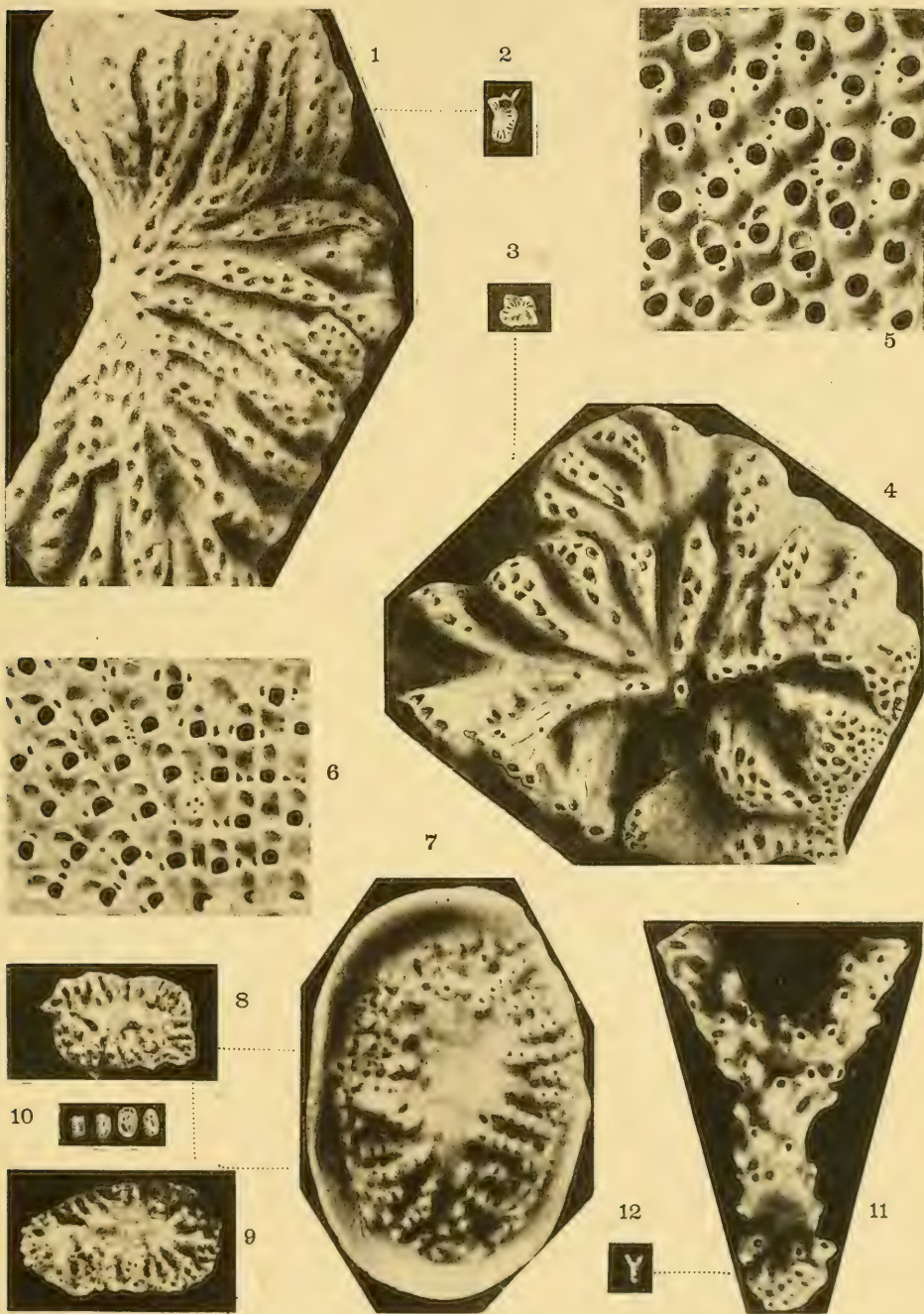
13



16

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

	Pages
FIG. 1, 2. — Actinopora plicata F. CANU. $\times 12$. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Coll. Canu	332
FIG. 3, 4. — Fascigera dimidiata REUSS, 1847. $\times 12$. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Coll. Canu....	332
FIG. 5. — Smittina confluens REUSS, 1864. $\times 23,5$. — Aquitanien supérieur de Mérignac (Baour). Coll. Canu.....	329
FIG. 6. — Hippoporina rarepunctata F. CANU. $\times 24,5$. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Coll. Canu.	325
FIG. 7, 8, 9, 10. — Lichenopora elliptica F.CANU. — Aquitanien supérieur de Léognan (Le Thil). Coll. Canu. 7, $\times 12$; 8 et 9, $\times 12$; 10, gr. nat.; tous les spécimens sont ovicellés.	333
FIG. 11, 12. — Entalophora macrostoma MILNE-EDWARDS, 1838. $\times 12$. — Aquitanien supérieur de Dax (Cabannes). Coll. Canu.....	332





EXPLICATION DE LA PLANCHE V

FIG. 1. — **Helix Ludovici** NOULET. Avec son test.

2, 3. — — — — Sans test.
Coll. Noulet, à Toulouse. — Gr. nat.

4, 5. — **Helix turonensis** DESH. var. **Leymeriei** NOULET. Avec leur test.

6, 7. — — — — — Sans test.
Coll. Noulet, à Toulouse. — Gr. nat.

8-16. — **Helix vasconensis** NOULET.
Coll. Noulet à Toulouse. — Jegun, près Masca. — Gr. nat.

7, 18. — **Helix Laurillard** NOULET.
Coll. Noulet, à Toulouse. — Seissan (Gers). — Gr. nat.

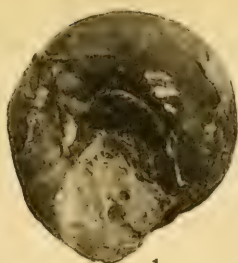
19-21. — **Helix villandricensis** NOULET.
Coll. Noulet, à Toulouse. — Villandrie. — Gr. nat.

22-24. — **Helix frontensis** NOULET.
Coll. Noulet, à Toulouse. — Fronton. — Gr. nat.

25-27. — **Helix Bartayresi** NOULET.
Coll. Noulet à Toulouse. — Nérac. — Gr. nat.



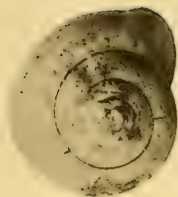
2



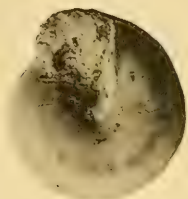
1



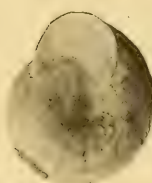
3



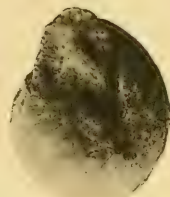
4



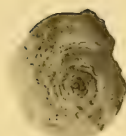
5



6



7



8



9



10



11



12



13



17



14



15



16



18



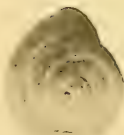
19



20



21



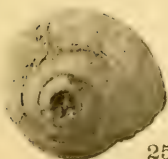
22



23



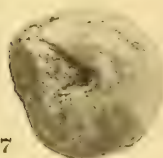
24



25



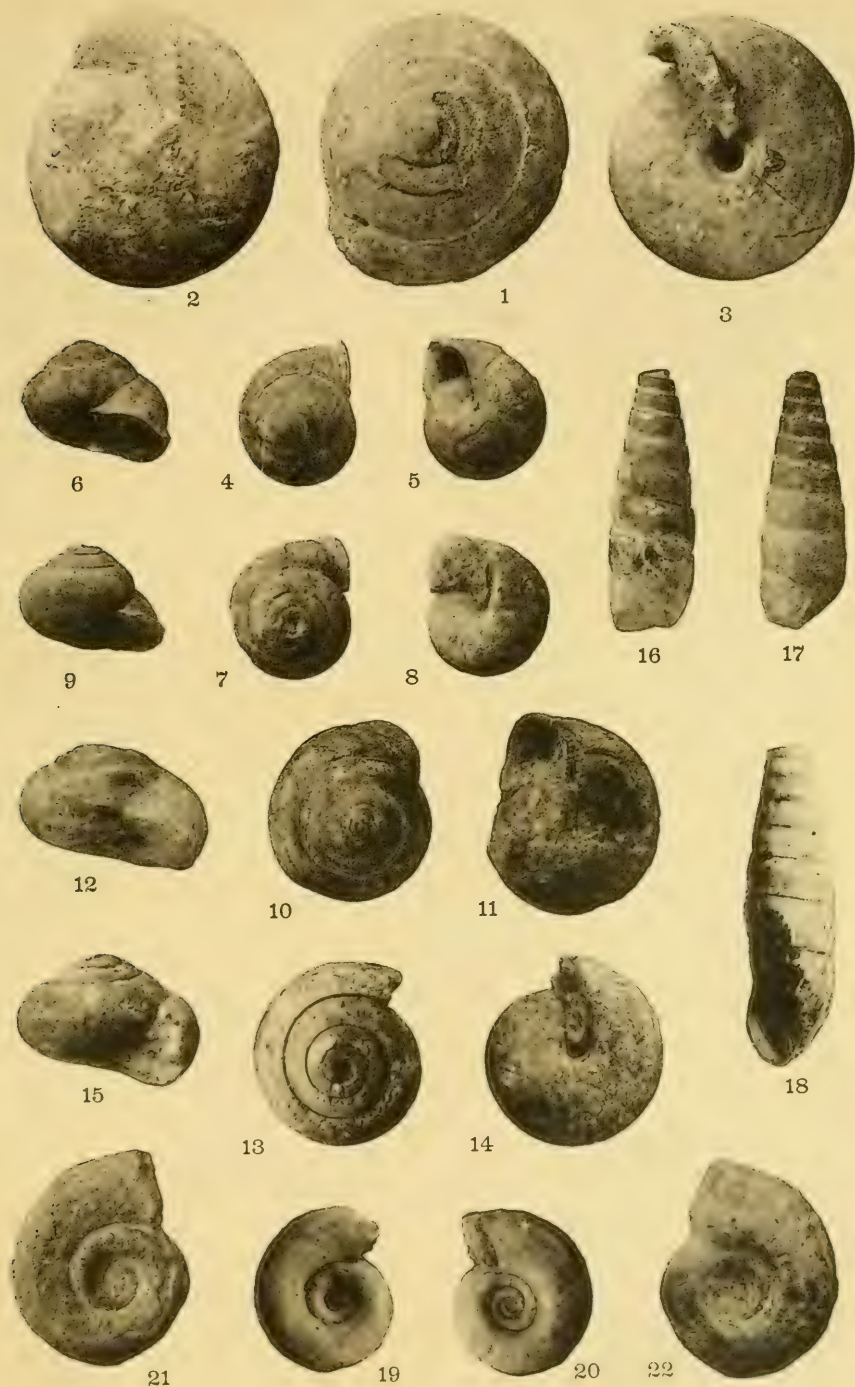
26



27

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

- FIG. 1, 2. — **Helix Ludovici** NOULET, échantillon avec test, vue supérieure.
3. — — — — — , échantillon dépourvu de test.
Coll. École des Mines (Deshayes). — Sansan.
- 4-6. — **Helix eversa** DESH. var. **Larteti** DUPUY, échantillon avec test.
Coll. École des Mines. — Sansan.
- 7-9. — **Helix eversa** DESH. var. **Larteti** DUPUY, échantillon sans test.
Coll. Dollfus. — Sansan.
- 10-12. — **Helix turonensis** DESH. var. **Leymeriei** NOULET, échantillon avec test.
Coll. Dupuy (Dautzenberg). — Sansan.
- 13-15. — **Helix turonensis** DESH. var. **Leymeriei** NOULET, échantillon sans test.
Coll. Dollfus. — Sansan.
- 16-17. — **Triptychia Larteti** DUPUY sp. (**Clausilia**).
Coll. Bourguignat. — Sansan.
18. — **Triptychia maxima** GRAT. sp. (**Clausilia**).
Coll. Noulet. — Dax.
- 19-20. — **Planorbis sansaniensis**, avec le test.
Coll. École des Mines. — Sansan.
- 21-22. — **Planorbis sansaniensis**, sans test.
Coll. Dollfus. — Sansan.



TARIF DES TIRÉS A PART		25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
Brochage compris	16 pages.....	5,50	7 »	8,50	10 »	13 »	16 »	19 »
	12 —	5 »	6,25	7,50	8,75	10,25	12,75	15,25
	8 —	4 »	4,75	5,50	6,25	7,75	9,25	10,75
	4 —	3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
	2 —	2,50	2,75	3 »	3,25	3,75	4,25	4,75
COUVERTURE								
Imprimée, titre spécial.....		4 »	4,50	5 »	5,50	6,50	7,50	8,50
Passe-partout avec titre de la note.....		3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
Papier couleur sans impres- sion.....		0,50	0,75	1 »	1,25	1,75	2,25	2,75

MÉMOIRES-GÉOLOGIE

Paraissant irrégulièrement depuis 1833, format in-4° raisin. Prix divers. (50 % pour les Membres de la Société.)

Extrait du Catalogue.

COSSMANN et LAMBERT. Etude paléontologique et stratigraphique sur le terrain oligocène marin des environs d'Etampes. 88 p., 1 tabl., 6 pl.....	10 »
Ph. THOMAS. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. 54 p., 1 tabl., 5 pl.....	4 »
COSSMANN. Contribution à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France (Gastropodes). 374 p., 18 pl.....	12 »
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du système oolithique de la zone à Am. Parkinsoni de Fontoy (Moselle). 46 p., 6 pl.....	4 »
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du Fuller's Earth des environs de Varsovie. 112 p., 12 pl.....	6 »
C. GRAND'EURY. Formation des couches de houille et du terrain houiller. 196 p., 10 pl.....	20 »
H. FILHOL. Etudes sur les vertébrés fossiles d'Issel (Aude).....	16 »
G. COTTEAU. Echinides éocènes de la province d'Alicante. 107 p., 16 pl.....	14 »
A. DOLLOT, P. GODBILLE et G. RAMOND. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne. 48 p., 7 fig., 4 pl.....	5 »
P.-L. PREYER. Aperçu géologique sur la colline de Turin. 48 p., 7 fig., 1 carte..	8 »
G. ZEIL. Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin. — H. LANTENOIS. Note sur la géologie de l'Indo-Chine. — René de LAMOTHE. Note sur la géologie du Cambodge et du Bas-Laos. 80 p., 1 pl., 3 cartes en couleurs	12 »
Général de LAMOTHE. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne. 288 p., 3 pl., 1 carte en couleurs.....	15 »
Léon CAREZ. Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. 132 p., 1 pl., 6 cartes en couleurs	5 »
Maurice LUGEON. Etude géologique sur le projet de Barrage du Haut-Rhône français à Génissiat (près de Bellegarde). 136 p., 7 pl.....	15 »

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

MÉMOIRES-PALÉONTOLOGIE

PAR SOUSCRIPTION PAYABLE AVANT L'APPARITION DU VOLUME ANNUEL :
FRANCE, 25 FRANCS, FRANCO. — ÉTRANGER, 28 FRANCS, FRANCO

Liste des Mémoires qui se vendent isolément :

Une remise de 20 % est accordée sur ces prix aux Membres de la Société

G. DOLLFUS et Ph. DAUTZENBERG. Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire; Description des gisements fossilifères; Pélécy-podes (en cours). 22 pl., 296 p.	36 »
Marcellin BOULE. Le <i>Pachyæna</i> de Vaugirard. 2 pl., 16 p.	5 »
V. PAQUIER. Les Rudistes urgoniens, 13 pl., 102 p.	28 »
Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Hippurites, 17 pl., 128 p.	38 »
Albert GAUDRY. Fossiles de Patagonie : Dentition de quelques Mammifères. 28 p. 42 fig. dans le texte.	4 »
Paul LEMOINE et Robert DOUVILLÉ. Sur le genre <i>Lepidocyclina</i> Gümbel. 3 pl., 42 p.	10 »
Ferdinand CANU. Les Bryozoaires du Patagonien. Echelle des Bryozoaires pour les Terrains tertiaires. 5 pl., 30 p.	11 »
Charles EASTMANN. Les types de Poissons fossiles du Monte Bolca au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. 5 pl., 32 p.	11 »
V. POPOVICI-HATZEG. Les Céphalopodes du jurassique moyen du Mont Strunga (massif de Bucegi, Roumanie). 6 pl., 28 p.	12 »
Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. 24 pl., 132 p.	48 »
Edm. PELLAT et M. COSSMANN. Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard), 9 fig. texte, 6 pl., 42 p.	13 »
Charles JACOB. Etude sur quelques Ammonites du Crétacé moyen. 44 fig., 9 pl., 64 p.	20 »
A. PEZANT. Etude iconographique des Pleurotomes fossiles du Bassin de Paris. 5 pl., 30 p.	12 »
P.-H. FRITEL. Etudes sur les végétaux fossiles de l'étage Sparnacien du Bassin de Paris. 3 pl., 37 p.	10 »
Henri DOUVILLÉ. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Egypte, du Liban et de la Perse. 7 pl., 84 p.	20 »
Léon PERVINQUIÈRE. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien. 7 pl., 86 p.	20 »
Robert DOUVILLÉ. Céphalopodes argentins. 3 pl., 24 p.	7 »
Gustave F. DOLLFUS. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction géologique par A. DEREIMS. 4 fig., 4 pl., 72 p.	14 »
J. SEYNES. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France. 6 pl., 22 p.	10 »
Ch. DÉPÉRET. Les Animaux pliocènes du Roussillon. 17 pl., 188 p.	60 »
G. DE SAPORTA. Recherches sur les végétaux du niveau aquitainien de Manosque, 20 pl., 83 p.	35 »
M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Etudes sur les Gastropodes des terrains jurassiques : Opisthobran-ches, 6 pl., 168 p.	14 50

TABLE DES MATIÈRES (TOME XV, FASCICULE 7-8).

	Pages
F. Canu. — Bibliographie paléontologique relative aux Bryozoaires du Bassin de Paris (fin)	305
Léon Bertrand. — Sur la constitution géologique des abords de la Pièce d'eau des Suisses, à Versailles (3 fig.)	306
F. Canu. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S.W. de la France (pl. III-IV)	320
G.-F. Dollfus. — Étude sur la Molasse de l'Armagnac (25 fig., pl. V-VI)	335

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

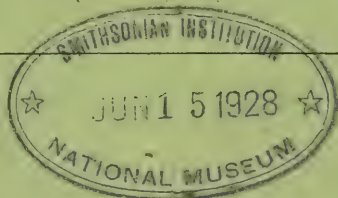
QUATRIÈME SÉRIE

TOME QUINZIÈME

FASCICULE 9 et dernier

Feuilles 26-30. — Planche VII, tables, etc.

Avec 5 figures et 3 cartes dans le texte.



PARIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, rue Serpente, VI

1915

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

ART. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

ART. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation¹ et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

ART. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

ART. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1^{er} et le 3^e lundi du mois).

ART. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

ART. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

ART. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

ART. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

ART. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

ART. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

ART. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

ART. 73. — *Chaque membre paye: 1^o un droit d'entrée; 2^o une cotisation annuelle².*

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (400 francs).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

1. Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.

M. Lomnicki de 1886 on relève en effet bon nombre d'espèces de Sansan comme :

Helix subpulchella SANDB., *Helix tyraica* LOM. (cf. *H. Leymeriei*), *Pupa Irati* NOUL., *Pupa Nouleti* DUP., *Limnea dilatata* N., *L. armaniensis* N., *L. Laurillardi* N., *Planorbis cornu* (*P. sansaniensis*), *Planorbis Ludovici* NOUL., *P. Larteti* NOUL., *Dreissensia alta*, avec au voisinage *Oncophora gregaria* et *Ostrea gingsensis*. Beaucoup d'espèces sont indiquées en outre comme voisines d'espèces miocéniques. Mais une description et une comparaison soigneuses des échantillons en nature nous paraissent nécessaire pour toute cette région avant d'émettre une conclusion définitive; nous admettons provisoirement avec l'auteur qu'il s'agit du Miocène moyen.

Hongrie-Transylvanie. M. A. Koch a délimité très précisément les dépôts de l'Oligocène supérieur, qu'il désigne sous le nom de Chattien, des dépôts miocéniques dits méditerranéens qu'il classe comme suit.

MÉDITERRANÉEN II = Etages : VINDOBONIEN et SARMATIEN.

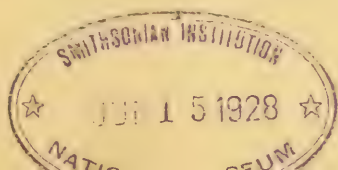
MÉDITERRANÉEN I = Etages : AQUITANIEN et BURDIGALIEN.

Dans le conglomérat de base des couches de Hidolmas on trouve quelques ossements de Vertébrés : *Acerotherium*, *Listriodon*, c'est du Burdigalien; dans les couches de Magyar-Baago ce sont des coquilles terrestres flottées dans des dépôts marins, c'est du Vindobonien. Ce n'est que dans les couches de calcaires lacustres à silex du comitat d'Hunyad qu'on trouve une faune malacologique continentale d'une certaine importance et elle se place dans le Sarmatien. Plus haut les couches du Levantin à *Limnocardium* donnent des coquilles terrestres et fluviatiles en abondance, mais c'est la faune à *Helix Chaixi* d'Hauterive et nous sommes dans le Pliocène inférieur¹.

Je ne prolongerai pas cette étude aux contrées plus éloignées de moins en moins connues, à la Russie, à l'Orient, à l'Afrique du Nord, nous savons seulement, par la détermination de quelques gros Vertébrés, comme le *Mastodon*, que la faune de Sansan y est représentée et qu'elle livrera quelque jour des représentants de la faune malacologique du Miocène moyen.

Il nous paraît cependant se dégager de tous ces renseignements quelques conclusions générales que j'indiquerai sommairement :

1. A. KOCH. Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenburgischen Landestheile, II Neogen. Artheil. Buda-Pest, 1900.



I. La faune malacologique de Sansan est bien distincte de celle plus ancienne du calcaire blanc de l'Agenais à *Helix Ramondi* de l'Oligocène supérieur (Kassélien).

II. Elle est aussi distincte de la faune un peu moins ancienne du calcaire gris de l'Agenais à *Helix girundica* appartenant à l'Aquitaniens moyen avec laquelle elle a très peu d'espèces communes.

III. Mais cette faune de Sansan, qui est stratigraphiquement au niveau du Burdigalien, a de grands rapports d'identité avec ce que nous savons de la faune continentale égarée dans les couches de l'Helvétien marin (Miocène moyen) européen.

IV. Elle se propage avec des variations médiocres dans le Miocène supérieur (Tortonien), dans le Pliocène inférieur et supérieur et dans l'Europe actuelle tout entière; ces variations sont accompagnées d'extinctions et de quelques apparitions entièrement nouvelles qui se distinguent immédiatement.

V. Tandis que la coupure principale dans la série marine se place entre le Kassélien et l'Aquitaniens, pour la faune malacologique continentale elle serait mieux tracée entre l'Aquitaniens et le Burdigalien. La faune continentale serait en retard d'apparition sur l'invasion marine. Cette constatation permet d'expliquer pourquoi divers paléontologues veulent maintenir l'Aquitaniens dans l'Oligocène, malgré les preuves données par l'étude de la faune marine qui doivent être considérés cependant comme prépondérantes ¹.

1. Espagne. — Les épreuves de cette note étaient depuis longtemps corrigées quand nous avons reçu un magnifique ouvrage de M. Hernandez Pacheco sur la géologie et la paléontologie du gisement de Vertébrés fossiles de Palencia dans le bassin supérieur du Douro (Vieille Castille). L'auteur y décrit une faune très importante avec : *Anchitherium aurelianense*, *Listriodon splendens*, *Dinotherium giganteum*, *Rhinoc. sansaniensis*, *Mastodon angustidens*. Nous estimons cette faune la même que celle de Sansan et nettement burdigalienne. Cependant M. Pacheco influencé certainement par la découverte d'un superbe Cervidé le *Palaeoplatyceras hispanensis* estime que l'âge est tortonien. Mais l'existence de cette espèce nouvelle ne saurait l'emporter sur la présence d'autant d'espèces anciennes caractéristiques. Les Mollusques sont peu abondants et en mauvais état; cependant nous pensons reconnaître parmi les formes représentées, planche Ixi, *Limnea Lartetii* et *Planorbis sansaniensis*.

LES VALLÉES PLIOCÈNES AVEC LIGNITE DE BIDART, CÉNITZ ET CHABIAGUE (BASSES-PYRÉNÉES)

PAR **Jules Welsch** ¹.

PLANCHE VII.

SOMMAIRE. — I. Introduction. — II. Lignite de Bidart et vallée de l'Ouabia. — III. Tourbe ligniteuse de Cénitz. — IV. Lignite de Chabiague. — V. Tourbe littorale récente de Mouligna. — VI. Tourbe des bords de l'Adour. — VII. Étude des lignites. — VIII. La flore pliocène de Bidart et Cénitz, par Clement REID et Eleanor M. REID (avec planche). — IX. Conclusions.

I. INTRODUCTION. — La falaise littorale des Basses-Pyrénées, de Biarritz à Bidart et à Saint-Jean-de-Luz, est échancrée par plusieurs vallons qui débouchent au niveau de la mer. Ces petites vallées sont parcourues par des cours d'eau, qui remontent quelquefois assez loin dans l'intérieur des terres, comme celui de Mouligna (Mouriscot) et celui de l'Ouabia, au Sud de Bidart.

Sur le littoral, la région parcourue par ces vallées forme un plateau incliné au Nord, très visible de Bidart à la Pointe de Biarritz avec des altitudes variables de 80 à 70 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le pays est constitué par des dépôts crétacés et nummulitiques, qui sont principalement : 1° la *Formation de Bidache* (Calcaires et marnes à silex du Crétacé moyen, C⁶⁻⁴), au Sud de Bidart; 2° calcaires et marnes du Sénonien C⁸⁻⁷; 3° calcaires daniens C⁹, d'un blanc grisâtre maculé de rouge; 4° les divers terrains nummulitiques de Biarritz.

Au débouché des vallées dans la mer, on trouve des dépôts d'argile avec lignite et avec troncs d'arbres, qui sont au niveau de la marée haute; ils sont surmontés d'un terrain de transport, qui se continue sur les plateaux.

Cette formation d'*argiles à lignite* est analogue à celle des *forêts submergées*, avec tourbe et charbons fossiles, que l'on étudie en diverses régions. On peut en citer de divers âges : actuelles et néolithiques; quaternaires, avec ossements de Mam-

1. Note présentée à la séance du 1^{er} février 1915.

mouth et de Rhinocéros et coquilles de *Cyrena fluminalis*; pliocènes comme le *Forest-bed* de Cromer; sans compter le *Dirt-bed* à troncs de Cycadées, de la falaise de Lullworth Cove, dans la presqu'île de Purbeck, d'âge jurassique supérieur; le *Forest-bed* de Kelvin Park à Glasgow, d'époque carbonifère, etc.

L'étude botanique des dépôts de lignite, considérés dans ce travail, est intéressante en elle-même, et permet d'établir l'âge pliocène de ces couches dans les Basses-Pyrénées; ces assises à débris de plantes sont comparables aux couches de Cromer (Norfolk, Angleterre) et de Tegelen (Limbourg, Hollande).

On peut en tirer aussi diverses conclusions sur l'existence de vallées antérieures à cette époque.

Ce travail montrera, une fois de plus, l'importance géologique de cette région du Sud-Ouest de la France, placée en avant des Pyrénées, qui a été tellement étudiée pour sa composition, pour ses fossiles et pour sa tectonique compliquée. La falaise au Sud de Biarritz offre, du reste, une coupe unique par son étendue et par sa variété.

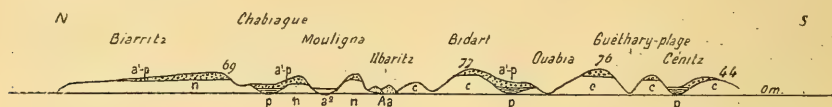


FIG. 1. — LITTORAL DES BASSES-PYRÉNÉES, AU SUD DE BIARRITZ. — Longueurs : 1/120 000. Aa, Dunes d'Ilbaritz; a², Tourbe littorale; a¹p, Terrain de transport des plateaux et des pentes; p, Argile à lignite; n, Terrain nummulitique; c, Terrain crétacé.

Bibliographie. — Elle est très restreinte, au point de vue où je me place. On trouvera des renseignements sur l'ensemble de la région que j'étudie dans : E. JACQUOT, Description géologique des falaises de Biarritz, Bidart, Guéthary et Saint-Jean-de-Luz (*Actes de la Soc. linnéenne de Bordeaux*, 1864, 58 p. avec 1 pl. coupes). C'est un très bon travail.

Les lignites sont cités dans notre *Bulletin* à propos de la Réunion extraordinaire à Bayonne (*B. S. G. F.*, (2) XXIII, p. 819, 1866).

Voir de même : Paléontologie de Biarritz, par le comte DE BOUILLÉ, 1873, p. 449 (*Congrès scientifique de France*, 39^e session, Pau, 1873, t. I, pp. 427-468).

II. LIGNITE DE BIDART ET VALLÉE DE L'OUBABIA ¹. — Celle-ci

¹. On écrit aussi Ouhabia.

débouche sur le littoral entre la crête de Bidart, au Nord, qui atteint l'altitude 79 et le coteau de Guéthary (Costa Aldia), au Sud, à l'altitude 76. Elle est traversée par la route d'Espagne, entre ces deux localités ; au-dessous du pont de cette route, la rivière débouche, le plus souvent, directement à la mer ; mais il arrive quelquefois que l'embouchure est obstruée par une levée de sable, avec galets rejetés par les flots ; je citerai le cas d'octobre 1912. Cette barre retient alors une partie des eaux douces, qui forment un lac en arrière, inondent les prairies basses, et gênent le travail des moulins. L'autre partie des eaux s'écoule à travers le sable de la levée à mer basse. Lorsque le lit de la rivière n'est pas obstrué, la marée refoule les eaux douces et fait sentir son action jusqu'à la station du chemin de fer, dite de Bidart.

Le vallon actuel de l'Ouabia est creusé dans les assises crétacées et dans un dépôt épais d'alluvions graveleuses, que je rapporte au Pliocène et au Pléistocène. Le fond est occupé par des alluvions modernes, souvent marécageuses, constituant un sol plat, qui est facilement inondé (fig. 2).

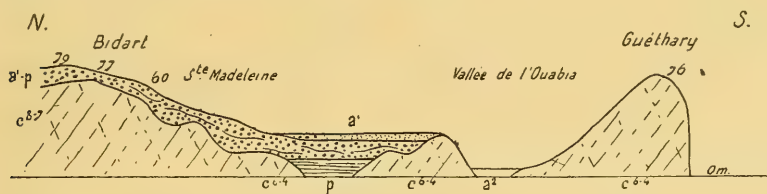


FIG. 2. — COUPE N.-S. DE LA FALAISE DE BIDART.

a^2 , Alluvions modernes ; a^1 , Sable fin à petits graviers ; a^1p , Terrain de transport, sables et galets, 20 m. ; p , Argile à lignite, 10 m. ; c^{6-4} Formation de Bidache, Crétacé moyen ; c^{8-7} , Marnes sénoniennes.

N.-B. La stratification est simplement une indication générale pour les couches crétacées.

Les alluvions pliocènes et pléistocènes ont rempli en partie une grande vallée déjà creusée au Pliocène dans les formations crétacées ; elles sont visibles principalement sur la rive droite de la rivière, au bord de la mer, et dessous Bidart. La falaise montre une coupe facile à étudier, grâce au sentier qui va des cabines de bain jusqu'au bourg. On voit successivement, de bas en haut :

A. Calcaires schisteux et marnes à silex plats de la *Formation de Bidache* C^{6-4} , avec des marnes sénoniennes C^{8-7} du côté nord ; les parties inférieures sont souvent recouvertes par le sable de la plage ; la surface de ces assises est irrégulière et montre de nombreuses poches

dont la principale arrive au niveau de la mer, un peu au Nord de l'embouchure de l'Ouabia.

B. Grand dépôt de comblement de la vallée, comprenant :

p. 10 m. d'argiles à lignite.

a¹p. 20 m. de sables et galets roulés siliceux, avec argiles, constituant un terrain de transport.

a¹. 4 m. environ de sable terreux à graviers et limons, dont la partie supérieure constitue un ancien fond de la vallée de Bidart.

Je vais reprendre ces couches en détail.

p. *Lignite et argiles.* L'ensemble forme une grande lentille qui occupe le fonds d'un bassin, car on voit le sous-sol crétacé avant et après le gisement, le long de la côte. A la base, il y a une assise d'argile gris bleuâtre clair, visible sur une épaisseur de 1,50 à 2 m. ; au-dessus se trouve une zone de lignite épaisse de 2 m. environ, et ensuite, 5 à 6 m. d'argile brune alternant avec des zones de tourbe ligniteuse.

On voit le premier banc de lignite affleurer au niveau des plus hautes marées, probablement vers l'altitude 2 m. de la Carte topographique ; les galets de la plage n'y arrivent pas en temps ordinaire, mais les vagues des tempêtes couvrent le bas de la falaise.

La zone inférieure de lignite est compacte, dure, très noire avec des restes de branches et de troncs, comme à Cénitz, mais ici l'épaisseur est plus grande. Les lits supérieurs de tourbe ligniteuse montrent de nombreuses traces de végétaux aplatis, avec des fragments de branches devenus charbonneux et des restes d'Insectes ; quelquefois, le bois est resté brun, la tourbe aussi est brune, surtout si elle est sèche.

a¹p. *Terrain de transport.* Au-dessus vient une masse de sable siliceux, ocreux, le plus souvent jaunâtre avec des lits de galets ; il y a une sorte d'alternance grossière, représentant une stratification torrentielle. La présence des galets roulés montre que c'est un terrain de transport ; on y voit aussi par places des fragments de roches non roulés, qui proviennent d'éboulis du calcaire de Bidache formant le soutien de la masse. Souvent le sable est blanc, d'autres fois, il est argileux et d'un jaune rouge ; on y voit des croûtes de limonite. Les galets sont formés de roches dures, principalement d'un grès blanc fin, et quelquefois de roches cristallines. Vers le bas, il y a, dans la masse, des zones d'argiles rouges, grises, violet clair en lits finement stratifiés.

L'épaisseur des sables et cailloux roulés peut atteindre 20 m. en lits entrecroisés. Ils éboulent très facilement, en paquets,

sous l'influence des eaux de pluie; de plus, les vagues entament la base de la formation (argile à lignite) et provoquent des effondrements; il est possible aussi que de petites failles parcourent l'ensemble, ce qui facilite les éboulements.

L'aspect général est celui des autres formations continentales que je connais : Sables de la Saintonge et du Périgord et Sables argileux marbrés du Poitou.

La zone des sables et cailloux se relève au Nord sur le flanc du coteau de Bidart où il y a des exploitations de ces graviers pour le macadam des routes et pour la construction. On les voit reposer directement sur les assises crétacées sans interposition des argiles à lignite. L'épaisseur paraît diminuer en montant, mais il y a toujours plusieurs mètres de sables et de graviers jusqu'à l'altitude 77; on voit les bandes de galets s'incliner vers la vallée de l'Ouabia.

Sur le plateau, la formation de transport se montre toujours, et redevient épaisse de 20 m. quelquefois sur la pente nord du coteau de Bidart, à la descente des vallons de Caseville; on la voit aussi le long de la route nationale et le long de la route de Biarritz, au Nord de Bidart; je ne puis pas la différencier de celle de la vallée de l'Ouabia, pas plus que ne l'avait fait Jacquot dans son travail de 1864.

a¹. *Sables terreux et graviers de la vallée et des pentes* (Pléistocène).

Au-dessus du gisement de lignite, et des sables avec galets roulés, il y a une assise de sables terreux avec quelques graviers épars et même des lits de petits cailloux roulés, que je sépare de la masse principale des sables et galets. Cette assise constitue une sorte de terrasse, épaisse de 4 m. environ, qui n'existe que dans la partie basse du milieu de la falaise.

On voit, à sa base, du sable assez fin, presque dunaire, blanc ou jaune clair; il devient plus limoneux vers le haut et passe à une zone plus terreuse et d'un gris sale, épaisse de un mètre environ, et qui a l'aspect de sable éolien. La zone superficielle légèrement transformée forme le sol végétal actuel; elle représente aussi un ancien sol néolithique¹, car on y trouve des débris de poteries grossières, avec des coquilles marines représentant une sorte de kjokkemmoeddings (*Purpura hæmastoma*, *Patella vulgata*, *Trochochlea lineata*, etc.).

1. J'ai visité cette partie supérieure de la falaise en mars 1910, avec M. Stiegelman professeur de langues, qui s'occupait d'études préhistoriques; en fouillant sur une profondeur de 1 à 2 pieds dans le sable, il m'a montré les coquilles citées et aussi une dent de *Bison europæus*, qui en provenait.

Cette partie supérieure forme le rebord de la falaise, à l'altitude 30 m. environ, juste en avant d'une ferme par laquelle on peut arriver facilement sur le haut de la coupe. La masse est alors un sable assez fin, dont les grains ne dépassent jamais 3 à 4 mm.; on y trouve de nombreux petits *Helix* et *Cyclostoma*. Je ne crois pas que ce soit de véritable sable éolien, comme il y en a en divers points, de Bidart à Biarritz, mais il me semble que le vent peut avoir remanié cette zone sur place. De plus, ce sable repose directement au Sud sur le Calcaire de Bidache.

Age des diverses assises. — Deux hypothèses se sont offertes, à mon esprit, pour expliquer la présence du lignite presque au niveau de la mer, et aussi celle des terrains de transport dans la vallée et sur les plateaux.

1° Failles ayant amené la descente de ces formations. J'ai été tenté par cette explication à ma première visite des lieux, en voyant les nombreux éboulements de ces terrains; mais je n'ai pu constater la présence d'aucune dislocation; de plus, il y a d'autres vallées et formations analogues : Cénitz, Caseville, Châbiague, etc., et je n'ai pu y reconnaître aucune faille.

2° Existence d'une vallée ancienne, dont le fond a été rempli par l'argile à lignite pliocène, et comblé ensuite partiellement par des terrains de transport au Pliocène supérieur et au Pléistocène. Le lignite a pu se former dans la vallée préexistante à un moment où l'entrée était protégée par un cordon littoral, qui a arrêté les eaux et amené la formation d'une mare où les débris des plantes ont pu s'accumuler et former le lignite.

Absence de dépôts marins. — Il n'y a pas de dépôts marins sur le lignite de Bidart; il n'y a donc pas de preuve d'une submersion de la côte depuis leur formation, ni d'une élévation postérieure. Je n'ai pu voir avec certitude le substratum; cependant, il ne me semble pas du tout probable qu'il y ait jamais eu un estuaire dans cette vallée. Je n'ai rien vu, du reste, qui m'ait rappelé les plages soulevées d'Ecosse, par exemple, et l'aspect si curieux qu'elles donnent à la topographie littorale.

a)p. *Age du terrain de transport.* — Les sables et graviers qui ont comblé la vallée de l'Ouabia, au moins en partie, me paraissent appartenir à la même formation que celle qui se trouve sur les plateaux, ou encore, à sa suite immédiate.

Ce terrain de transport est dépourvu de calcaire, il occupe la surface des plateaux sur de vastes étendues jusqu'à Biarritz; ce n'est pas une terrasse d'un fleuve quaternaire ou pliocène. C'est une formation continentale en rapport avec les cônes de déjection des torrents pyrénéens du Pliocène supérieur et du Quaternaire

ancien. Ce terrain a raviné le sous-sol préexistant et remplit quelquefois de grandes poches que l'on voit à la partie supérieure des falaises, dans le Crétacé et dans le Nummulitique ; je citerai la falaise de Handia (Handiënia) où une poche atteint 20 et 40 m. de profondeur et arrive à quelques mètres du niveau de la mer. Ces poches peuvent répondre à d'anciens vallonnements qui aboutissaient autrefois à la mer ; ces vallons ont été comblés par les alluvions, et aujourd'hui, par suite de l'érosion et du recul de la falaise, on voit les galets remplir des sortes de vallons suspendus.

J'ai été tenté d'assimiler ce terrain à la *Formation des Sables des Landes*, comme on le fait habituellement¹, mais je n'ai jamais vu de galets roulés dans cette dernière, au Nord de Dax ; de plus, l'aspect est absolument différent.

J'ajoute qu'il y a aussi des lignites dans les Sables des Landes, analogues à ceux de Bidart ; j'ai visité notamment les environs de Laluque, au N. E. de Dax, où l'on a exploité du lignite autrefois ; j'ai fait bouillir, avec de la soude, des échantillons de Laluque, sans réussir à trouver des graines ou autres choses ; tout a été désagrégré et s'en est allé au lavage, comme une véritable boue végétale ou sapropel.

Je suppose plutôt que ce terrain de transport est analogue à celui que l'on observe sur le sommet de nombreux mamelons de la Chalosse ; en général, Raulin et Jacquot l'ont rangé sous le nom de *terrain diluvien* (Quaternaire), avec d'autres formations plus récentes². En Chalosse orientale, les cailloux roulés sont, en général, beaucoup plus gros, notamment au Sud d'Aire-sur-l'Adour, mais j'ai vu des blocs roulés presque aussi gros, à la Fontaine Challia, près de Caseville.

a¹. *Etage supérieur*. — Je crois qu'il est nécessaire de distinguer la partie supérieure du terrain de transport, qui diffère du reste, et qui répond à une phase terminale. Peut-être, les différences résultent-elles surtout de transformations superficielles par altération sous les influences atmosphériques aidées par l'action des vents et par le ruissellement sur les pentes.

III. TOURBE LIGNITEUSE DE CÉNITZ (*Sénix*). — Ce gisement se trouve au Sud de la vallée de l'Ouhabia et de Guéthary. Le

1. JACQUOT, *loc. cit.*, 1864. Ce savant a même distingué deux étages sur les plateaux : Sables des Landes et Diluvium au-dessus ; ce que je ne puis faire d'une façon générale. Il est le premier à avoir attiré l'attention sur cette formation des Sables et graviers quartzeux, avec argiles et lignites.

2. Statistique des Landes, in-8°, 1874-1888, Mont-de-Marsan, Delaroy, p. 447.

littoral rocheux montre plusieurs pointes le long de la côte d'Arrotcha (ou Côte de fer) et on arrive à une petite baie, dite de Cénitz. Sur le côté sud, au bord de la mer, on voit affleurer une formation analogue à celle de Bidart, avant la Pointe de la carrière où l'on exploite des dalles pour les constructions de Biarritz. La plage est couverte de sable et de gravier, avec une grève de gros galets à la partie supérieure. Ces derniers se déplacent et empêchent quelquefois de voir la véritable disposition des assises géologiques¹.

La baie est creusée dans la *Formation de Bidache*, montrant les calcaires et marnes à silex du Crétacé moyen ; ils sont plissés en divers sens, mais plongent surtout à l'Est dans cette partie de la côte.

Cette baie reçoit un ravin suivi d'une petite vallée qui remonte au delà de la ferme dite Cénitz. Le dépôt de lignite est visible entre le débouché du vallon actuel et la Pointe. Il se trouve un peu au-dessus du zéro de la Carte topographique, mais il est recouvert par les grandes marées.

Une petite falaise, coupée par le chemin qui va de la plage à la ferme de Cénitz, montre la succession des couches (fig. 3). On voit de bas en haut :

p. *Argiles à lignites* sur une épaisseur de 10 m. environ, avec sable plus ou moins fin.

a^p. *Sables et graviers de transport*, avec petits galets roulés, sur 4 m. d'épaisseur environ ; ils forment une terrasse qui se prolonge vers la ferme.

1° Les argiles à lignite débutent par une assise de couleur grise, épaisse de 1 m. environ. Elles reposent directement sur le Calcaire de Bidache, mais je n'ai pas vu le contact continu, à cause des graviers de la plage. L'argile grise montre à sa partie supérieure des traces noircies et même un petit lit tourbeux. Elle passe à de l'argile noire avec une zone de lignite, au niveau de la haute mer, avec des restes de plantes et des troncs couchés. Puis viennent 3 à 4 m. d'argile couleur chocolat gris passant à des argiles sableuses. L'ensemble forme une sorte de lentille qui comble exactement un ancien fond de la vallée, car on voit de chaque côté la formation crétacée de Bidache.

2° Au-dessus de l'argile ligniteuse, on voit 3 à 4 m. de sables et graviers avec petits galets roulés, passant à des sables grossiers ocreux, jaune clair et jaune rougeâtre avec des croûtes ferrugineuses, qui supportent le sol de la petite terrasse, formée de sables grisâtres terreux.

1. C'est ce qui m'est arrivé à une première visite en mars 1910, où j'ai vu la tourbe dénudée en avant de la véritable coupe.

Ce dépôt se relève contre la butte de la Pointe, qui est au Sud et cela presque jusqu'à son sommet, d'altitude 44. La pente est surtout couverte de sable grossier ocreux, quelquefois limoneux, dont l'épaisseur atteint 5 m. environ ; la surface terreuse plus grise et plus claire forme le sol végétal. Les zones à cailloux roulés n'existent pas sur la pente ; il y a seulement la zone supérieure qui est probablement en partie d'origine éolienne et résulte pour une autre partie, de la transformation du sous-sol sous les influences atmosphériques.

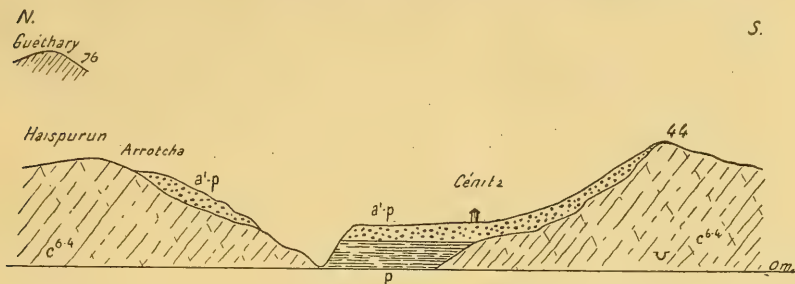


FIG. 3. — COUPE DU VALLON DE CÉNITZ, AU SUD DE GUÉTHARY.

p., Argile à lignites, 10 m. ; *a'p*, Sables terreux et limoneux, avec graviers, 4 à 5 m. ; *C⁶⁻⁴*, Calcaire de Bidache, incliné en divers sens.

Par suite de l'érosion due aux eaux de pluie, on voit souvent le sous-sol de marnes à silex sous ce dépôt des pentes. On a de plus fouillé les pentes pour la recherche des calcaires en dalles pour bâtir. On peut étudier ce terrain surtout le long d'un sentier de chèvres qui traverse une combe, en allant au-dessus de la carrière actuelle de la Pointe. Sur la falaise, on ne voit plus que la formation de Bidache depuis la mer jusqu'à l'altitude 44.

L'ensemble des deux formations, *p* et *a'p*, forme un terrain de remplissage d'une grande vallée antérieure au dépôt de lignite ; c'est le même cas que pour la vallée de l'Ouabia. Le dépôt de comblement ne montre pas ici la masse des galets roulés de Bidart ; il est, du reste, assez variable, car on voit aussi, sur le flanc de l'ancien fond, des sables gris à petits silex noirs, et des argiles bariolées, verdâtres, ocreuses, etc. L'argile rouge de Cénitz est tertiaire ; elle n'est certainement pas au-dessus d'un pointement d'argiles rouges gypsifères, dites triasiques ; elle est analogue aux argiles que l'on trouve en certains points des formations de transport au Sud de Biarritz, formations que l'on a rapportées aux Sables des Landes.

Sud de Cénitz. — En allant vers Saint-Jean-de-Luz, on trouve encore des sortes de baies le long du littoral, comme Maharco, mais je n'y ai point vu d'argiles à lignites ; par places, il y a seu-

lement des dépôts d'alluvions plus ou moins éboulées, appartenant au terrain de transport *a*¹*p*.

Nord de Bidart. — En remontant vers Biarritz, on trouve une grande combe entre la falaise de Bidart et celle de Handia. Il y a là plusieurs vallonnements vers Caseville, Sacchino, Ilbarritz, qui montrent le terrain de transport plus ou moins développé ; sur la côte, on voit de petites dunes et les sables de la plage qui cachent le sous-sol ; les argiles à lignites ne sont donc pas visibles, si elles existent. Au Nord de la falaise de Handia, se trouve le ruisseau de Mouligna avec tourbe que je crois très récente, et sur laquelle je reviendrai comme point de comparaison ; on voit, au delà, le ruisseau de Chabiague.

IV. LIGNITE DE CHABIAGUE. — Il est visible, au débouché d'un vallon qui remonte vers Biarritz, sous l'abattoir actuel de la ville de Biarritz, sur le bord de la mer, au Sud de la Villa Marbella (Lady Bruce), dans l'anse située entre les rochers de la Gourèpe et de Peyreblanque. La falaise est souvent nettoyée par les tempêtes, mais quelquefois le bas est recouvert par le sable grossier et les galets amenés par les flots peu agités ; la partie inférieure de la coupe n'est donc pas toujours visible.

On voit, de bas en haut, sur la falaise haute de 10 m. environ : 1° des sables et graviers jaunâtres supportant l'argile à lignite ; 2° 8 m. environ de sables et de galets roulés constituant un terrain de transport.

En arrière de la falaise, il y a de petites dunes, au commencement de la vallée de l'ancien moulin de Chabiague. Celle-ci est creusée entre les coteaux de Biarritz (alt. 65 et 69 au maximum), et ceux de Harcet et Chabiague, au Sud (alt. 61 et 71), qui la séparent de la vallée de Mouligna.

L'eau du vallon s'écoule à travers les sables et graviers de l'assise n° 2 ; elle est arrêtée dans sa descente par l'argile à lignite de l'assise n° 1, et nettoie plus ou moins sa surface.

Assise I. — La vallée est creusée dans le terrain nummulitique, dont on voit les affleurements des deux côtés ; de plus, les roches, battues par la mer, montrent le même terrain, mais je n'ai pu voir le contact sous l'assise ligniteuse. Cette dernière couche est atteinte par les grandes marées.

J'ai aperçu environ 1 m. de sables fins et graviers jaunâtres sous l'argile à lignite ; ils sont semblables à ceux qui sont au-dessus de cette assise. Il y a ensuite un petit lit d'argile gris-bleu épais de quelques centimètres, sous le lignite visible dans la falaise, mais son épaisseur paraît augmenter au Sud des rochers de la Gourèpe ;

puis 2 à 3 pieds de lignite, noirâtre sur les surfaces sèches, mais brun à l'intérieur, avec de nombreuses traces de plantes aplaties. A sa partie supérieure, le lignite alterne avec des zones d'argile grise ; puis une dernière zone, gris-bleu, de 30 cm. le recouvre ensuite, sur une partie ; d'autres fois, le lignite passe, à la partie supérieure, à des sables noircis tourbeux avec traces de plantes, épais quelquefois de un mètre ; on voit aussi des branches d'arbres couchées dans l'argile.

L'assise 2 est formée de sables et galets, avec graviers de quartz blanc ; les cailloux roulés sont souvent en grès blanc fin assez tendre ; l'épaisseur est de 7 m. environ ; la stratification est très irrégulière. La partie supérieure est formée de sable sur 2 à 3 m. ; elle est grisâtre comme à Bidart, avec quelques petits lits de gravier blanc ; la surface, légèrement modifiée, forme la terre végétale ¹.

En résumé, on a, ici aussi, affaire à une grande vallée ancienne creusée dans le Nummulitique, puis remplie en partie par des dépôts de comblement : argile à lignite avec sables et galets roulés. Le vallon actuel a été creusé ensuite dans cet ensemble.

V. COMPARAISON AVEC DES DÉPÔTS ANALOGUES PLUS RÉCENTS.

Tourbe littorale moderne de la vallée de Moulignâ. — Elle se trouve au débouché de la vallée actuelle la plus importante de la région considérée ici (fig. 4). Cette vallée est creusée dans les sables et graviers d'âge pliocène et d'âge pléistocène², et elle atteint le sous-sol plus ancien nummulitique. Le fond est occupé par des alluvions récentes tourbeuses : dans sa partie supérieure, il y a le lac de Mouriscot, qui s'écoule par le ruisseau passant aux anciens moulins de Larralde et de Moulignâ.

Le débouché de la vallée sur le littoral se trouve immédiatement au Sud des « Cuisines du Baron de l'Épée ». On y voit une grève des tempêtes formée de sables et de galets constituant une sorte de barrage, qui a dû souvent obstruer le drainage naturel de la vallée et faciliter la formation des alluvions tourbeuses modernes en arrière. Ce cordon littoral passe à la plage de sable que la mer recouvre deux fois par jour ; le vent souffle aussi le sable fin jusque sur les galets.

Il y a une couche de tourbe qui est quelquefois visible

1. Il y a de petites dunes de sable en arrière de l'Abattoir jusque sur la route de Biarritz à Bidart. Ce sable peut provenir du remaniement de la partie superficielle des alluvions ; il peut venir aussi de la plage ; il aurait alors été transporté par le vent, avant que l'érosion de la falaise ait fait reculer le littoral.

2. Ils sont notés a-p sur la Carte géologique détaillée, feuille de Bayonne. Ils ne sont pas portés au Sud de Bidart.

sous la grève, lorsque la mer a enlevé le sable. Cette tourbe arrive au Sud, contre la falaise nummulitique, au-dessus du gisement célèbre de Crabes fossiles, découvert par Jacquot.

Je n'ai pu examiner la tourbe sur toute son épaisseur, à cause du dépôt littoral de sable qui la recouvrait. J'ai vu qu'elle était formée de sables noirs tourbeux avec débris de plantes et des branches d'arbres ; elle se trouvait au niveau supérieur des marées. La mer monte plus haut, lorsqu'elle est poussée par une tempête.

L'eau du vallon s'écoule en partie par infiltration, à la surface de la tourbe et facilite le départ du sable, ce qui découvre certaines portions.

Je n'ai pu voir le substratum de cette couche de tourbe, ni ce qui est au-dessus, en dehors du sable et des graviers actuels. Je pense que cette tourbe est la suite naturelle des fonds tourbeux de la vallée de Mouriscot, c'est-à-dire qu'elle est très récente et actuelle. La partie inférieure la plus ancienne est probablement néolithique, tandis que les zones supérieures sont contemporaines, car la tourbe continue à se former dans la vallée, toutes les fois qu'il y a obstruction de drainage.



FIG. 4. — COUPE DE LA VALLÉE DE MOULIGNA, PRISE SUR LE LITTORAL.

a, Sous-sol argileux ; t, Tourbe littorale ; m, Marais actuel ; d, Cordon littoral et Sable de dune.

La tourbe affleure au fur et à mesure du recul de la côte par érosion ; à cause de la dénudation marine du sous-sol, elle s'incline vers la mer, comme le montre la coupe ci-jointe. Le même mouvement de recul se produit pour le cordon littoral qui barre l'entrée de la vallée ; j'ajoute que ces marais littoraux modernes sont constamment confondus avec les véritables surfaces terrestres qui ont pu être submergées.

En résumé, cette tourbe littorale est différente des lignites de Bidart, Cénitz et Chabiague¹.

Bibliographie. — Jacquot², en 1864, a séparé, comme je le fais ici, cette tourbe de Mouligna, des lignites associés au Sable

1. Je me suis demandé si cette vallée ne renfermait pas quelquefois, au-dessous de la tourbe moderne, des couches de lignite analogues à celles de Bidart.

2. Description géologique des falaises, etc., p. 30 du tiré à part.

des Landes ; il l'a appelée « formation moderne de bois fossile », lui donne plus de 1 m. d'épaisseur et montre sa situation sur sa coupe des falaises ; il y indique des fruits : glands, noix, noisettes. Mais il place au même niveau le dépôt de Chabiague, que je considère comme plus ancien.

Divers auteurs ont signalé des silex taillés dans le voisinage et dans la tourbe.

Le comte de Bouillé¹ l'appelle « forêt de lignites de Mouligna » et ajoute : « elle se trouve immédiatement à côté de la roche la plus fertile en Crustacés, la dominant de 1 m. 30 environ ; elle contient des Hêtres, des Noisetiers, des Chênes, avec leurs fruits. J'y ai trouvé également de nombreux silex », déjà signalés par M. le général de Nansouty, en 1871.

M. Em. Daguin, professeur de physique honoraire de l'Université, m'a donné quelques renseignements sur ses recherches de silex préhistoriques dans la région ; il n'en a jamais rencontré dans la vallée de l'Ouabia, mais un très grand nombre, sous une couche de lignite, au bord de la mer, là où débouche le vallon de Mouligna, avec des fragments de poteries grossières et des galets taillés et même polis. Il n'en a pas trouvé dans la couche de lignite qui affleure près du nouvel abattoir de Biarritz et près de Bidart.

Je crois que les silex de Mouligna sont peu déterminables, peut-être même y a-t-il plusieurs industries, et en tous les cas, du Néolithique ; la tourbe serait donc de cet âge.

M. Feuillade a donné des renseignements² sur cette tourbe, avec quelques reproductions photographiques de la tourbe et de quelques silex recueillis ; il a aussi récolté des noisettes, des cupules de glands et des fânes (fruits du Hêtre).



FIG. 5. — COUPE DU BORD DE L'ADOUR.

a, Argile d'estuaire ; b, Tourbe ; c, Dune de sable.

VI. TOURBE DE LA RIVE GAUCHE DE L'ADOUR ENTRE BAYONNE ET LA MER. — On voit, à l'embouchure de l'Adour, sur chaque rive, des dunes de sable qui représentent l'extrémité méridionale du grand massif de la côte de Gascogne ; les sommets peuvent

1. Paléontologie de Biarritz, 1^{re} partie, 1873, p. 449.

2. Traces de l'homme préhistorique sur la plage d'Ilbarritz. *Bull. mensuel de Biarritz-Association*, 19^e année, n^o 6, juin 1914, p. 137-143.

atteindre l'altitude de 32 et même 40 m. au-dessus du zéro moyen.

Lorsqu'on suit la rive gauche du fleuve, à mi-chemin entre Blanc-Pignon et le Lazaret, on voit ces dunes reposer sur une assise d'argile marine et d'estuaire; à leur base, il y a même souvent une zone de tourbe. Par suite de l'existence de travaux de défense contre l'Adour et de digues pour resserrer les eaux jusqu'à la Barre, l'accès d'une bonne coupe n'est pas toujours facile. La succession est la suivante, de bas en haut :

1° Argile gris bleu, non effervescente à l'acide, analogue à tous les dépôts qui ont comblé les marais maritimes de l'Ouest¹; l'épaisseur est difficile à évaluer.

2° Sable noirci et tourbe brun noirâtre avec nombreuses racines végétales qui servent à maintenir l'assise; celle-ci m'a paru horizontale sur la faible étendue mise à nu; l'épaisseur est faible, 25 à 40 cm.

3° Sable blanc fin, siliceux de la dune.

L'argile forme un sol imperméable, sur lequel les marécages se sont formés et ont donné la tourbe; puis, le sable éolien a recouvert. L'argile et la tourbe sont très récentes, certainement postérieures au Pléistocène; l'argile montre quelquefois des coquilles de *Scrobicularia plana*; c'est elle qui forme les marais de l'Adour en remontant vers Bayonne; son niveau supérieur est atteint facilement par les marées hautes de vives-eaux. La tourbe me paraît être de l'âge de celle de Mouligna.

N.B. — Je cite ces deux cas, dans la région de Biarritz, pour montrer que, sur un espace restreint, on peut trouver des dépôts de tourbe et lignite d'âge différent.

VII. ÉTUDE DES LIGNITES. — A défaut d'autres documents, les tourbes et lignites peuvent rendre les plus grands services pour arriver à déterminer l'âge d'une formation. De plus, ces dépôts peuvent donner des indications sur les *changements de climat depuis le Tertiaire* et sur l'*origine de notre flore* ou de certains de ses éléments.

Les graines de la tourbe et du lignite. — Je vais donner quelques renseignements généraux sur le procédé que j'ai employé pour obtenir des graines fossiles de ces dépôts. Le mot *graine* est entendu ici au sens vulgaire du mot; il comprend certains

1. Jules WELSCH. La tourbe littorale du Croisic (Loire-Inférieure) et les dépôts analogues de l'Ouest de la France. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest de la France* (3^e), I, p. 201-221, 30 décembre 1911.

fruits monospermes, comme les akènes, et, en général, ce que l'on emploie comme semence.

Il est quelquefois aisé d'obtenir les graines des plantes qui ont formé la tourbe ; il arrive qu'on les distingue parfaitement à la surface ; il suffit alors de faire sécher l'échantillon, on peut ensuite l'émietter et séparer les graines avec une pince fine ou une aiguille ; c'est le cas, en particulier, de la tourbe moderne de Brétignolles (Vendée).

Le plus souvent, il faut désagréger la tourbe et même l'argile voisine par des procédés chimiques, pour dégager les graines. Cette opération ne réussit pas toujours, car il y a des tourbes et des lignites presque intraitables, qui résistent à toute désagrégation.

Les géologues suédois se sont servis de l'acide azotique, notamment M. Gunnar Andersson ; on arrive ainsi à des résultats très suffisants. Je préfère employer la méthode de M. et de M^{me} Clement Reid¹ ; j'ai fait bouillir les échantillons avec de la soude Solvay, c'est-à-dire du carbonate de soude que l'on obtient facilement dans le commerce. Elle agit sur l'humus, mais n'abîme pas les feuilles et les graines. Souvent, j'ai dû mettre une quantité de soude égale à la moitié du volume de l'échantillon examiné ; on brise les fragments pour permettre au liquide de pénétrer plus facilement dans la masse, et on remue le tout avec une baguette de bois. Le feutrage, qui constitue la tourbe, finit par se relâcher et donner des sortes de miettes.

Quand on a fait bouillir suffisamment, on laisse refroidir pour séparer légèrement avec le doigt les débris de tourbe, de façon que la masse puisse être facilement lavée. On met alors le tout sur un tamis, sous un robinet d'eau et on lave, en malaxant, de temps à autre, avec les doigts. On peut installer le tout sur une terrine, où l'on recueille au fond les petits débris et certaines graines.

La matière cellulosique modifiée et l'humus ont été attaqués par la soude, dissous ou désagrégés en éléments très fins ; ces matières entraînées colorent l'eau en brun ; quelquefois, lorsque la tourbe est très ligniteuse, et très noire, riche en sapropel, on voit l'eau qui coule avec la teinte de l'encre ; je citerai le cas du lignite de Lalucque (Landes), au Nord de Dax, qui a été longtemps exploité comme combustible des chaudières des salines de cette dernière ville.

On fait couler de l'eau jusqu'à ce qu'elle passe incolore ; on

1. Eleanor M. Reid. On a Method of Disintegrating Peat and other Deposits containing Fossil Seeds. *Linnean society's Journal-Botany*, vol. XXXVIII, février 1909, p. 454-457.

fait sécher le reste des débris, qui demeurent sur le tamis, et on peut trier le tout ensemble, pour séparer les graines ou fruits, et d'autres résidus intéressants. On trouve souvent des fragments de tissus, déjà charbonneux avant la formation de la tourbe, qui subsistent après l'ébullition. On sépare ensuite les graines par espèces.

La méthode est malheureusement longue ; la récolte est variable ; elle est quelquefois nulle, comme pour le lignite de Laluque. Un traitement de plusieurs heures peut être insuffisant ; il faut alors recommencer plusieurs jours de suite. Quelquefois, la matière reste intraitable et elle durcit ; je citerai la tourbe compacte de Depet, près Montalivet (Gironde), et aussi les lignites de Bidart et de Cénitz¹ qui donnent très peu de graines.

Cependant, dans certains cas, on obtient de cette façon une grande quantité de matériaux pour l'étude ; certains fragments de tourbe renferment beaucoup de graines, comme au Croisic et à Brétignolles. Souvent, il y a des débris de feuilles ou d'Insectes, dont la structure, très fine et très délicate, est conservée, ainsi que les couleurs brillantes. Je n'ai pu dégager des parties un peu complètes d'Insectes, mais cela tient à ce que ces derniers étaient déjà brisés dans le lignite : ce n'est pas le traitement par la soude qui les met en mauvais état.

On récolte principalement les graines de plantes de marais, mais on a aussi des espèces de la région voisine, apportées par le vent ou par les Oiseaux.

Les lignites de Bidart, Cénitz et Chabiague sont durs et à grain fin ; l'ensemble porte l'indication que les matières végétales ont été triturées et décomposées avant leur dépôt. On arrive cependant toujours à les désagréger en y mettant le temps nécessaire et en augmentant la proportion de soude.

Les lignites traités sont, en réalité, formés d'humus plus ou moins pur, avec des débris de végétaux, du bois tourbeux brun, des matières sapropéliques et des graines. Souvent, ces dernières sont en mauvais état, par suite du long traitement nécessaire pour les dégager et peut-être aussi parce qu'elles étaient abîmées avant d'avoir été englobées dans le dépôt.

En faisant bouillir l'argile voisine par le même procédé, j'ai pu la désagréger complètement, mais je n'ai pas trouvé de fossiles, graines ou autres choses, par ce moyen, à Bidart et à Cénitz.

Détermination des graines. — Après avoir séparé les diffé-

1. M. J. COUÉGNAS, préparateur de géologie à l'Université de Poitiers, m'a beaucoup aidé dans le travail de séparation et de triage des graines de la tourbe.

rentes formes, il faut reconnaître les espèces de plantes correspondantes. Pour les fossiles, on sait qu'elles ont été rarement recueillies ; cependant, on peut en reconnaître de parfaitement conservées dans des dépôts déjà anciens. Lorsqu'elles appartiennent à des dépôts pliocènes ou quaternaires, ou encore plus récents, on peut les comparer aux graines actuelles. Malheureusement, les flores ne donnent pas toujours des dessins de fruits ou de graines¹. Il faut donc réunir et étudier des graines de plantes mûres, de la région voisine et d'ailleurs, pour avoir des matériaux de comparaison ; on peut aussi s'adresser aux grands jardins botaniques, comme celui de Kew (Angleterre), etc. Ce n'est, du reste, pas un travail facile de rechercher des graines mûres dans les herbiers : ce n'est pas toujours commode et cela ne se trouve pas toujours. Grâce à M. et à M^{me} Clement Reid, la plupart de mes échantillons ont pu être déterminés².

Malgré le long travail consacré à la trituration de la tourbe et à l'extraction des graines, je suis arrivé, avec peine, à réunir quelques échantillons de Bidart et de Cénitz ; souvent des morceaux entiers de lignite sont stériles.

1. Ce que je connais de meilleur à ce point de vue est l'ouvrage : Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes, par l'abbé H. Coste, 3 vol. (1900-1906). Paris, Klincksieck.

2. M. C. Reid s'est spécialisé dans l'étude du Pliocène supérieur anglais, surtout du *Forest-bed* de Cromer, et aussi dans l'étude des dépôts un peu plus anciens de Tegelen et de Reuver (Limbourg hollandais). On trouvera de nombreuses indications bibliographiques et des reproductions d'un certain nombre de graines fossiles dans les travaux suivants :

1899. C. REID. The origin of the British flora, 1 vol. in-8° (London, Dulau). Les nombreux renseignements éparés dans diverses publications relatives aux plantes fossiles, pliocènes et pléistocènes, des Îles Britanniques, ont été réunis et résumés par M. C. Reid dans cet ouvrage ; il a ajouté un certain nombre d'indications relatives aux publications des géologues scandinaves et des géologues allemands, sur certains points de leurs pays respectifs où des plantes quaternaires ont été étudiées.

1907. C. REID et EL. M. REID. The fossil flora of Tegelen-sur-Meuse, near Venloo, Limburg, avec 3 planches de graines (Amsterdam).

1908. C. REID et EL. M. REID. Les éléments botaniques de la détermination de l'âge des argiles à briques de Tegelen, Reuver et Raevels. *Bull. Soc. belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, Bruxelles, t. XXI (1907), Mémoires, p. 583 à 590.

1908. C. REID et EL. M. REID. On the preglacial flora of Britain. *Linnean Society's Journal-Botany*, vol. XXXVIII, janvier 1908, p. 206-228 avec cinq planches de graines.

1910. C. REID et EL. M. REID. The lignite of Bovey Tracey, Devon. *Phil. Trans. of the R. Soc.*, London, vol. 201, p. 161-178, 2 pl. graines.

1913. C. REID. Submerged forest, 1 vol. petit in-8°. Cambridge, University Press.

1915. CL. et E. M. REID. The pliocene floras of the Dutch-Prussian Border. *Mededeelingen van de Ryksopsporing van Delfstoffen* n° 6, in-4°, La Haye, avec planches.

Les graines sont curieuses et difficiles à étudier ; elles sont presque toujours mal conservées, ou ont été abîmées par le traitement, ou encore étaient mal venues, par suite de la présence d'eaux saumâtres qui a gêné le développement des plantes mères.

Il faudrait certainement plus d'espèces et plus de spécimens de chaque espèce. On peut reconnaître plusieurs genres actuels, mais les espèces sont nouvelles en général ou peu connues. Ce ne sont pas des plantes vivant actuellement en France, et elles sont encore inconnues, ou presque inconnues, à l'état fossile.

Il est curieux de voir que plusieurs de ces espèces appartiennent à des genres ne renfermant qu'une ou deux plantes actuelles.

Le lignite de Bidart est pliocène. Or, presque toutes les flores de cet âge ont été décrites d'après des arbres à feuilles caduques et des Fougères, ou plus récemment des Diatomées ; en général, les graines de plantes herbacées n'ont pas été recherchées et collectionnées ; de sorte qu'il est à peu près impossible d'avoir des éléments de comparaison, sauf avec Tegelen, Swalmen, Reuver et Brunssum (Hollande) et quelques points voisins de Belgique. Il y a bien encore quelques gisements de plantes du Pliocène, en dehors de Cromer, mais ils ne sont pas suffisamment étudiés¹.

VIII. LA FLORE PLIOCÈNE DE BIDART ET CÉNITZ, par Clement Reid et Eleanor M. Reid².

Les recherches de notre ami, M. Jules Welsch, ont conduit à la découverte d'une très intéressante petite flore, tout à fait différente de ce qui a été trouvé jusqu'ici en France. Malheureusement, les dépôts sont difficiles à examiner, car ils sont souvent cachés sous les sables, et ne sont bien visibles sur la côte qu'après les tempêtes. La nature intraitable de la matière, où les plantes sont renfermées, ajoute à la difficulté, car c'est une tourbe duré ou lignite, qui ne peut être désagrégée que par une longue ébullition avec de la soude. Aussi, nous n'avons pu obtenir que des graines et des petits fruits ; les gros fruits et les feuilles caduques,

1. NILS O. HOLST. Alnarpssloden, en Svensk « Cromerfold ». *Sveriges geol. Unders.*, Série C, n° 237, Stockholm, 1911. On trouvera quelques renseignements en langue française, sur le fleuve d'Alnarp, dans une étude de N. O. HOLST : Le commencement et la fin de la période glaciaire, *l'Anthropologie*, p. 353-389, 1913. Paris, Masson.

2. Traduit du manuscrit anglais, par J. Welsch.

qui constituent une proportion si grande des matériaux habituellement étudiés, sont encore à trouver. Il arrive, par suite, qu'il est presque impossible de comparer les plantes ainsi obtenues avec les flores tertiaires bien connues de l'Ouest de la France, si soigneusement étudiées par de Saporta. Même les genres sont presque tous différents, et, actuellement, il ne paraît pas possible d'établir aucune corrélation exacte avec les dépôts connus en France.

Il est arrivé, cependant, qu'au moment où M. Welsch nous a envoyé les graines, nous étions engagés dans l'étude d'une grande flore pliocène, obtenue en Hollande¹ par des méthodes semblables ; par conséquent strictement comparable. Un ou deux des fruits de M. Welsch appartiennent évidemment à des espèces éteintes déjà trouvées dans le Limbourg hollandais, et les autres peuvent être comparés, quoique la mauvaise conservation des caractères de la surface dans de nombreux spécimens de Bidart et Cénitz rendent la comparaison difficile.

Voici une liste des espèces, celles qu'on a pu déterminer ; mais il y a, en outre, plusieurs graines très petites, que nous ne pouvons pas encore identifier :

<i>Brasenia tuberculata</i> REID ? Bidart (et Limbourg).	<i>Ecballium minus</i> n. sp., Bidart.
<i>Viola</i> sp. (indéterminable), Bidart.	<i>Passerina</i> ? Bidart.
<i>Caryophyllaceæ</i> (indéterminable), Cénitz.	<i>Corylus avellana</i> LINNÉ, var., Cénitz (et Limbourg).
<i>Hypericum</i> sp., Bidart.	<i>Potamogeton</i> sp., Bidart.
<i>Potentilla</i> sp. 1, Bidart.	<i>Sparganium noduliferum</i> REID ? Bidart (et Limbourg).
— sp. 2 (ou <i>Fragaria</i>), Bidart.	<i>Sparganium</i> cf. <i>erectum</i> LINNÉ, Bidart.
<i>Rubus</i> sp. 1, Bidart.	<i>Cladium</i> sp., Bidart.
— sp. 2, Cénitz.	<i>Carex</i> sp., Bidart et Cénitz.
<i>Proserpinaca reticulata</i> REID, Bidart (et Limbourg).	<i>Samolus</i> ? sp., Bidart.

L'âge des dépôts de Reuver en Limbourg, avec lesquels nous faisons correspondre, avec doute, le lignite de Bidart, est probablement Pliocène moyen ; quoique, en Hollande aussi, les relations stratigraphiques soient quelque peu obscures. Il arrive malheureusement que la flore de cette époque est tout à fait inconnue en Angleterre, et connue en France seulement d'une façon

1. Voir « The Pliocene Floras of the Dutch-Prussian Border », in-4°, La Haye, 1914. *Mededeelingen Van de Rijksopsporing van Delfstoffen*, n° 6.

imparfaite. En Allemagne, il y en a des traces ; mais les couches dans lesquelles on les rencontre, ont été tellement confondues, soit avec les lignites miocènes, soit avec les couches quaternaires, qu'à présent, il n'est pas possible de les séparer.

Nous devons maintenant attirer l'attention sur une différence frappante entre les plantes obtenues par M. Welsch et la flore reuvérienne du Limbourg. La liste hollandaise, d'environ 300 espèces, renferme une grande proportion, à la fois d'espèces et de genres, qui sont maintenant confinés dans les montagnes de l'Asie, principalement dans celles de l'Ouest de la Chine et du Thibet. Ces espèces et ces genres n'ont pas encore été trouvés à Bidart et à Cénitz ; les seuls types non européens trouvés dans ces deux localités sont du genre *Brasenia*, qui possède une distribution géographique presque mondiale, quoique ne vivant plus en Europe, et du genre *Proserpinaca*, qui est seulement américain, quoique trouvé fossile en Limbourg.

Malgré cela, le nombre d'espèces trouvé jusqu'ici à Bidart et Cénitz est trop faible pour que cette conclusion négative soit de grande valeur. On doit remarquer que plusieurs des formes asiatiques trouvées fossiles dans le Limbourg ont des graines et des fruits plutôt gros, et que ces grosses graines manquent encore dans les dépôts français. Parmi les plantes communes dans les couches hollandaises, il y a plusieurs espèces éteintes de Nymphéacées aquatiques d'Asie *Euryale*, des fruits et graines de *Stewartia pseudo-camellia*, un *Actinidia*, un *Meliosma*, un nouvel *Æsculus*, deux espèces éteintes de *Phellodendron*, un *Oriza*, une espèce asiatique de *Prunus*, un nouveau *Fagus* et un *Magnolia* japonais. Il serait intéressant de savoir si cette flore asiatique, vivant dans le Limbourg, pendant le Pliocène moyen, s'est étendue aussi loin que la Baie de Biscaye, ou si, dans la France méridionale, elle était remplacée par une flore du type méditerranéen.

Si nous tenons compte de la différence en latitude, s'élevant à 8°, entre Reuver et Bidart, il paraît possible que cette ressemblance entre les flores puisse tenir, à une différence d'âge géologique, plutôt qu'à une identité. Le climat devenait plus froid : c'est pourquoi les plantes reuvériennes s'attardaient dans le Sud après avoir disparu du Nord. La véritable correspondance, dans le temps, pour la flore de Bidart, peut, en conséquence, être avec l'étage plus récent du Limbourg, ou *Téglien* (de Tegelen), où l'élément asiatique est devenu beaucoup moins prononcé que dans le Reuvérien.

BRASENIA TUBERCULATA REID? — Le genre *Brasenia* est actuellement très largement distribué, quoiqu'il ait disparu en Europe. Quelques graines mal conservées de cette plante aquatique ont été trouvées à Bidart, et les deux meilleures sont représentées (pl. VII, fig. 1, 2). Avec elles sont figurées les graines de la seule espèce vivante, *Brasenia peltata* (pl. VII, fig. 3), et de l'espèce de Reuver, *Brasenia tuberculata* (pl. VII, fig. 4). La graine de Bidart est plus petite que celle de chacune de ces espèces; mais, en forme, elle ressemble étroitement à celle de l'espèce éteinte, *B. tuberculata*. La surface, cependant, est tellement abîmée, qu'elle ne montre plus trace de granulation; aussi, nous devons laisser sa détermination incertaine.

Viola sp. — Une ou deux graines de ce genre ont été trouvées; elles ne sont pas assez bien conservées pour être déterminées et figurées.

HYPERICUM sp. — (pl. VII, fig. 5). Quelques graines dépendant de ce genre ont été trouvées à Bidart. Elles appartiennent à une seule espèce, qui n'est conforme à aucune de celles, récentes ou fossiles, que nous avons pu examiner jusqu'ici. Ce genre, cependant, est si grand et il y a si peu d'espèces, dans les herbiers, avec des graines mûres, que nous ne pouvons décrire les fossiles comme nouveaux.

POTENTILLA sp. 1 — (pl. VII, fig. 6, 7, 8). Ce genre est si étendu qu'il est très difficile de déterminer les espèces seulement avec des graines. Nous n'avons pu trouver aucune espèce vivante ressemblant exactement à celle figurée ici. Les graines ont, d'une façon marquée, une forme irrégulière et elles sont fortement ornées; il est possible que la plante soit voisine de *P. tormentilla*.

POTENTILLA sp. 2 ou *Fragaria* — (pl. VII, fig. 9). Graines lisses, appartenant à l'un ou à l'autre de ces genres étroitement alliés; elles sont rares à Bidart; leur forme est régulière, mais autrement elles montrent peu de caractères dignes de remarques.

RUBUS sp. 1 — (pl. VII, fig. 10). Quelques graines de *Rubus* trouvées à Bidart paraissent appartenir à la section des *Fruticosi*; mais elles ne se rapportent pas étroitement à une espèce que nous connaissions. Le meilleur spécimen est figuré; les autres sont endommagés.

RUBUS sp. 2 — (pl. VII, fig. 11a, 11b). Une seule graine d'une autre espèce de *Rubus* a été trouvée à Cénitz. Elle représente probablement une section différente de ce genre.

PROSERPINACA RETICULATA REID — (pl. VII, fig. 12, 13, 14, 15). La découverte d'une espèce éteinte de ce genre curieux, maintenant confiné en Amérique, a été faite par nous dans les matériaux envoyés par le Docteur W. Jongmans, provenant des dépôts reuvériens (Pliocène moyen) du Limbourg. Quelques semaines plus tard, nous recevions, de M. Welsch, des fruits de Bidart appartenant évidemment à la même espèce. C'est pourquoi nous considérons les spécimens de Bidart comme co-types, et nous les avons figurés avec les types originaux (*op. cit.*, pl. xiv, fig. 14-19). Nous figurons à nouveau les spécimens hollandais et français, pour montrer combien leur différence est faible. Les fruits de Bidart sont quelque peu plus petits et moins renflés ; mais la différence est probablement due à des conditions défavorables d'existence. *Proserpinaca* est un petit genre de plantes aquatiques submergées allié à *Myriophyllum* ; mais ses fruits ressemblent plus à ceux du genre australien *Halorrhagis*.

ECBALLIUM MINUS n. sp. (pl. VII, fig. 16a, 16b).

Semina ambitu oblonga, utrinque angustata, acutata, 3,3 mm. longa, 1,5 mm. diametro, fere laevia.

Une des découvertes les plus inattendues à Bidart a été celle d'une graine unique appartenant au genre monotype *Ecballium*, représenté actuellement par *E. Elaterium* (le Concombre sauvage) de la région méditerranéenne et de l'Ouest de l'Europe. Notre graine fossile diffère de cette espèce (pl. VII, fig. 17, 18) par sa taille plus petite, sa forme plus oblongue et ses extrémités plus pointues.

PASSERINA ? — Parmi les échantillons de Bidart, il y avait de nombreuses petites feuilles (pl. VII, fig. 19, 20, 21) n'appartenant à aucune plante de notre connaissance. Ces feuilles ont environ 2 mm. de longueur, sont épaisses et dures, sessiles ou quelquefois avec un pétiole court, ovales-lancéolées avec les bords réfléchis ; la nervure médiane est épaisse et très proéminente au-dessous, et les nervures secondaires, courtes et épaisses, prennent naissance presque à angle droit. Nous ne pouvons voir aucun stomate. La surface supérieure montre une fine granulation, mais pas de nervure. Les feuilles varient beaucoup de forme, plusieurs sont bien plus petites que celles figurées, mais quelques-unes plus larges ; elles paraissent avoir été imbriquées étroitement, quoique aucune n'ait été trouvée fixée à une tige.

Les seules plantes, que nous puissions trouver, avec un feuillage se rapprochant de notre fossile, appartiennent au genre

Passerina, qui croît dans les endroits secs et pierreux, principalement dans la région méditerranéenne. Nous figurons pour comparaison des feuilles de *Passerina hirsuta* (pl. VII, fig. 22, 23) de Tunis ; mais il faut observer que ces feuilles montrent la nervation sur la face supérieure et non pas sur la face inférieure, comme dans le fossile considéré. Si les feuilles fossiles appartiennent au genre *Passerina*, elles représentent une espèce très différente de toute espèce vivante.

CORYLUS AVELLANA LINNÉ var. — A Cénitz, on trouve des fragments de noisettes montrant des côtes longitudinales fortes (pl. VII, fig. 24). Cette variété se montre rarement aujourd'hui ; mais c'est la seule forme dans le Pliocène du Limbourg¹. Peut-être que les fossiles de Cénitz doivent être rapportés à *Corylus avellanoidea* ENGELH.², des lignites de Saxe.

POTAMOGETON sp. — Des fruits de ce genre (pl. VII, fig. 25) ne sont pas rares à Bidart. Ils appartiennent à la même espèce, qui ne correspond, d'une façon satisfaisante, à aucune espèce de notre connaissance.

SPARGANIUM cf. *NODULIFERUM* REID. — Nous avons eu, de Bidart, deux ou trois fruits mal conservés d'un *Sparganium* (pl. VII, fig. 26, 27) où l'endocarpe paraît sortir entre les faisceaux de fibres. Ce caractère est connu seulement dans l'espèce vivante, *S. simplex*, et dans le fossile *S. noduliferum* REID³, du Limbourg.

Nous figurons à nouveau, avec les fossiles de Bidart, un des types du Limbourg (pl. VII, fig. 28) ; mais la ressemblance n'est pas très grande. La plante de Bidart peut être une autre espèce éteinte alliée à *S. simplex* mais possédant un plus gros fruit, ou bien l'endocarpe peut appartenir à des fruits mal développés de *S. noduliferum*.

SPARGANIUM sp. — Bidart montre aussi des endocarpes d'un autre *Sparganium* (pl. VII, fig. 29), allié à *S. erectum* (= *S. ramosum*).

CLADIUM sp. — L'espèce de ce genre, trouvée à Bidart (pl. VII, fig. 30), ne se rapporte pas, d'une façon satisfaisante, à *C. mariscus*, le fruit est plus urcéolé. Il faudrait examiner un plus grand nombre de spécimens avant de dire s'ils représentent une espèce différente.

1. *Op. cit.*, pl. IV, fig. 34, 35.

2. Die flora der Braunkohlen formation in Sachsen, 1870, p. 36, pl. X, fig. 7, 8.

3. *Op. cit.*, pl. I, fig. 19-26.

CAREX sp. — Des fruits endommagés, avec ou dépourvus de parties de l'utricule, ont été trouvés à Bidart et à Cénitz ; ils sont insuffisants pour la détermination.

Le fruit inconnu, montré dans la figure 31, est aussi représenté par plusieurs spécimens brisés. Nous ne pouvons, en ce moment, offrir aucune suggestion quant à sa position botanique ¹.

IX. CONCLUSIONS. — 1^o Il existe au Sud de Biarritz, des dépôts de lignite dont l'âge est plus ancien que celui des dépôts de Cromes (Norfolk), et même que celui des assises de Tegelen (Limbourg hollandais) ; c'est probablement l'équivalent des couches de Reuver, c'est-à-dire du Pliocène moyen ou inférieur. Les plantes citées répondent à une flore différente de celle que l'on retrouve dans ces mêmes régions, et antérieure à l'époque des grands froids secs pléistocènes, caractérisés par *Antilope saiga* et grand *Spermophile*, dont on retrouve les restes dans le Sud-Ouest de la France (Harlé).

Dans le voisinage, il y a des dépôts plus récents de tourbe littorale, qui sont probablement du même âge que les couches analogues, que j'ai étudiées plus au Nord, à Arvert, île d'Oléron, la Gachère, Brétignolles et le Croisic ; ces dernières assises étant plutôt néolithiques ².

2^o Il y avait de grandes vallées, déjà creusées au Pliocène ; elles s'ouvraient à l'Ouest, comme celles d'aujourd'hui. L'océan Atlantique existait non loin de la côte actuelle, plus à l'Ouest seulement ; car l'érosion marine, qui agit sur cette côte, a fait reculer certainement le littoral ancien, depuis le Pliocène, d'une quantité que je ne puis songer à apprécier pour le moment.

A l'embouchure de ces vallées pliocènes, il s'est formé des cordons littoraux qui ont empêché l'écoulement des eaux douces, comme cela arrive encore aujourd'hui pour la rivière Ouabia. Cela a amené la formation d'étangs marécageux en arrière ; les plantes qui y ont été entraînées et leurs débris ont formé le lignite que l'on voit aujourd'hui.

Ensuite, des alluvions ont rempli ces vallées, en partie, aux époques du Pliocène supérieur et du Pleistocène.

1. Toutes ces plantes seront placées dans la collection de l'Université de Poitiers.

2. Je n'ai jamais pu trouver dans l'Ouest de la France, les dépôts quaternaires à *Corbicule fluminalis*, *Acer Monspeulanum*, *Cotoneaster Pyracantha*, etc., qui permettraient d'éclaircir plus complètement l'âge de ces couches.

Le creusement des vallées actuelles a eu lieu ensuite. Puis, à une époque plus récente, le fond a commencé à se remplir de tourbe marécageuse et d'alluvions modernes, comme dans la vallée de Mouligna.

3° Il n'existe aucune preuve certaine d'un déplacement du niveau du sol, submersion ou émerision, depuis l'époque de la formation du lignite pliocène, pour la région considérée; le niveau de la mer pouvait être le même qu'aujourd'hui. Ceci est en rapport avec la conclusion émise par Ed. Harlé, à propos de la présence de *Elephas meridionalis* dans des dépôts analogues à Soulac (Médoc), à 200 km. au Nord de Biarritz. La présence de cet Éléphant semble montrer, qu'à ce moment, le département de la Gironde n'a jamais été à un niveau inférieur à son niveau actuel.

D'autres dépôts, comme celui du gravier de Bonhomme, près Cap Breton, montrent aussi que le niveau relatif de la mer et des terres était le même qu'aujourd'hui, à une époque postérieure ¹.

1. NOTE AJOUTÉE PENDANT L'IMPRESSION. — M. Reid pense que l'une des graines inconnues de Bidart appartient probablement à une espèce éteinte de *Samolus*; mais ce n'est pas tout à fait certain. La graine n'appartient certainement pas à l'espèce vivante de France : *Samolus Valerandi* ou Sureau.

En août 1916, j'ai constaté, à l'embouchure du vallon de Chabiague, la présence d'argiles à *Scrobicularia plana*, *Cardium edule* et *Ostrea edulis*. C'est un dépôt très récent, superposé aux argiles à lignite et aux alluvions *a'p*; ces couches d'estuaire sont probablement dues à l'action des vagues; elles se trouvent à la limite supérieure des marées.

RECHERCHES SUR LA PÉRIODE NÉOGÈNE DANS L'ALGÉRIE OCCIDENTALE

PAR **M. Dalloni** ¹.

Les terrains néogènes offrent dans l'Ouest de l'Algérie un intérêt considérable, en raison de leur immense superficie, de leur puissance et de leur richesse en fossiles ; de nombreux et excellents travaux ont déjà fait connaître l'importance de ces formations, notamment de la série miocène : en outre de ceux déjà anciens de Ville, Pomel, Pouyanne, Bleicher, MM. Welsch, Repelin, je tiens à rappeler les études de M. Brives sur la vallée du Chélif et le Dahra, dont la carte à 1/50 000, aujourd'hui presque achevée, constitue un document capital pour l'histoire des temps miocènes en Algérie ; les recherches de M. Louis Gentil dans le bassin de la Tafna, celles de MM. Doumergue et Ficheur sur le Sahel d'Oran ont également contribué à accroître notablement nos connaissances.

Entre le massif de l'Ouarsenis, la rive gauche du bas Chélif et la vallée de la Tafna, sur une grande partie du Tell oranais, les dépôts néogènes, quoique très développés, n'avaient pas encore été l'objet d'un examen aussi approfondi ; en parcourant cette région, depuis une dizaine d'années, en vue de dresser la carte détaillée pour le Service géologique de l'Algérie, j'ai réuni de nombreux matériaux dont l'étude est assez avancée pour me permettre de donner une vue d'ensemble de ces formations.

Je n'entreprendrai pas ici d'exposer, même sommairement, l'historique des recherches sur le Néogène dans l'Ouest de l'Algérie ² ; je me bornerai à résumer en quelques lignes l'état de la question, en ce qui concerne notamment la classification adoptée par les auteurs.

Classification. — Pomel s'était arrêté à la suivante ³ :

MIOCÈNE. — Les dépôts miocènes débutent par le *Cartennien*, représenté à la base par des poudingues et des grès riches en

1. Note présentée à la séance du 20 décembre 1915.

2. L'historique détaillé a été fait à plusieurs reprises ; on aura des indications suffisantes en consultant les thèses de doctorat de MM. BRIVES, LOUIS GENTIL et JOLEAUD.

3. A. POMEL. Description stratigraphique générale de l'Algérie. Alger. 1899.

Echinides et en Mollusques assez mal conservés ; au-dessus par des marnes conchoïdes, dures, de faciès et d'âge « langhien ».

L'*Helvétien* comprend des poudingues et des grès à *Ostrea crassissima*, suivis d'un étage essentiellement argileux, sans fossiles ; au sommet, des grès à Clypéastres et des calcaires à *Lithothamnium*.

Au Miocène supérieur, pour lequel est créé le terme de *Sahélien* correspondent des marnes bleues fossilifères, des couches à *Ostrea cochlear* et à tripoli.

PLIOCÈNE. — Dans la vallée du Chélif, le Dahra et la province d'Oran, le Pliocène, moins complexe que dans le Sahel d'Alger est uniquement constitué par des sédiments tout à fait littoraux, grès et mollasses.

Chacun de ces termes est séparé du précédent par une discordance et se montre généralement transgressif.

Les conclusions de Pomel ont été fort discutées ; néanmoins, les recherches postérieures n'ont guère modifié sa classification que sur des points de détail.

On a placé récemment dans l'*Helvétien* les marnes cartenniennes, en se basant sur la présence de *Pecten Fuschi* FONT., espèce essentiellement vindobonienne¹ ; mais la forme de ce groupe rencontrée en Algérie n'est pas typique et n'a d'ailleurs été citée que de l'assise gréseuse, où elle est associée à d'autres espèces nettement cartenniennes. Ces marnes, très pauvres en fossiles, m'ont fourni quelques empreintes de Mollusques qui paraissent confirmer l'assimilation, faite depuis longtemps, au Schlier d'Autriche et aux marnes à Ptéropodes du Piémont ; bien que ces dernières formations soient actuellement considérées comme helvétiques, la position stratigraphique des marnes cartenniennes les rattache plutôt au Miocène inférieur.

Le « Sahélien » dont l'acception avait été trop élargie au début, a particulièrement été discuté et longtemps accepté sous réserves : la présence en Algérie du Miocène supérieur *marin* paraissait un fait trop anormal. Mayer, Bleicher², M. Welsch³, puis M. Repelin⁴ ont retrouvé la faune du Tortonien dans les marnes bleues

1. Cette interprétation a été adoptée par M. L. JOLEAUD : Etude géologique de la chaîne numidique et des monts de Constantine, 1912, p. 282, et par M. E. HAUG dans son classique *Traité de Géologie*, t. II, p. 1648.

2. BLEICHER. Recherches sur l'origine des éléments lithologiques des terrains tertiaires et quaternaires des environs d'Oran. *Rev. Sc. nat.*, III, 1874.

3. J. WELSCH. Etudes sur les subdivisions du Miocène de l'Algérie. *B. S. G. F.* (3), t. XXIII, 1895.

4. J. REPELIN. Etude géologique des environs d'Orléansville. Thèse pour le doctorat. Marseille, 1895.

très fossilifères des environs de Mascara, de Zemmora et d'El Bordj ; d'autre part, celles du Plaisancien n'ont évidemment aucun rapport avec l'étage. Mais M. Brives a établi ¹ depuis qu'il existe, dans la vallée du Chélif, au-dessus des assises tortoniennes les plus élevées, un nouvel horizon de marnes bleues dont la faune présente des caractères intermédiaires entre celles du Tortonien et du Pliocène.

Au reste, la question se présentait sous un jour nouveau depuis que M. Depéret avait émis l'opinion, dès 1895, que la faune sahélienne de l'Algérie occupe vraisemblablement la position de l'étage pontique, sous un faciès entièrement marin ².

Le Pliocène a toujours été admis tel que l'avait compris Pomel ; il y a lieu cependant de noter que M. Doumergue a attribué à cette formation un niveau de marnes bleues à *Amussium cristatum* observé près d'Oran ³ ; par contre M. L. Gentil a classé dans le Sahélien ⁴ les mollasses calcaires de la basse Tafna dont l'âge pliocène, indiqué par Pomel est aujourd'hui définitivement démontré.

En somme, la classification adoptée pour le Néogène algérien ne différerait pas sensiblement de celle qui résulte de l'étude des régions classiques ; les travaux récents permettent d'établir des analogies encore plus étroites qu'on ne pouvait le penser avec les grands bassins de l'Europe.

Distribution. — Les dépôts néogènes de l'Ouest algérien se sont formés dans deux grandes zones synclinales comprises l'une entre les vestiges de la chaîne littorale et l'Atlas tellien, l'autre plus au Sud, entre la chaîne tellienne et la plateforme jurassique de Tlemcen, Saïda, Frenda.

1° En bordure de la chaîne secondaire et nummulitique de l'Atlas tellien, une large bande dirigée Nord-Est-Sud-Ouest marque le prolongement vers l'Ouest du bassin du Chélif ; elle s'appuie au Nord sur les débris de l'ancienne chaîne qui jalonnent le littoral actuel, constitue les chaînons de Bel Acel où se retrouvent, très atténuées les dernières ondulations du Dahra, s'étale dans le plateau de Mostaganem et se redresse dans les collines qui bordent au Sud les grandes plaines du Chélif, de l'Habra, de la Mleta, pour contourner dans la vallée de la Tafna les derniers contreforts du Tessala et se réunir à la zone sud-atlasique.

1. A. BRIVES. Les terrains tertiaires du bassin du Chélif et du Dahra. Thèse pour le doctorat. Alger, 1897.

2. C.R. Som. S. G. F. (3), t. XXIII.

3. JACOB et FICHEUR. *Annales des Mines*, octobre 1904.

4. L. GENTIL. Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna. Thèse pour le doctorat. Alger, 1902.

D'autres connexions s'établissent plus à l'Est par les plateaux de Mercier Lacombe (Cheurfa) et d'El Bordj (932 m.), qui ont ennoyé sur une large surface les plis de l'Atlas.

2° Sur le versant sud de la chaîne tellienne et débordant plus ou moins sur les hauts plateaux jurassiques s'étend une bande remarquablement continue de terrains néogènes qui occupe à l'Ouest la vallée de l'Isser, entoure les dépressions de Sidi-Bel-Abbès et de Mascara, traverse la moyenne Mina et atteint près de Tiaret, au Djebel Seffalou, l'altitude de 1169 m.; dans l'ensemble cette zone est du reste notablement plus élevée que celle des plateaux et des collines sublittorales et dépasse 800 à 900 m. en nombre de points. Par le Sersou et Teniet-el-Haad, elle se poursuit dans la région de Boghar et au delà : c'est, en somme, la partie occidentale du grand synclinal miocène qui suit la lisière méridionale du Tell et dont M. Savornin a montré toute l'importance dans l'Est de l'Algérie ¹.

Dans cette note préliminaire, je me bornerai à décrire sommairement l'ensemble de ces formations en insistant sur la succession de ses différents termes et leurs caractères distinctifs dans la région étudiée ².

Miocène.

La transgression miocène s'est effectuée dans l'Ouest de l'Algérie sur un territoire resté émergé pendant la dernière partie des temps oligocènes. Au-dessus des couches les plus élevées du Nummulitique, qui offrent une riche faune marine d'âge stampien, l'*Aquitanién* se présente sous un faciès exclusivement continental, qui se retrouve avec des caractères analogues dans le Centre et l'Est de la Berbérie. Dans les vallées du Chélif, de la Mina, de l'Oued el Hammâm, sur le pourtour de la chaîne du Tessala et dans le bassin de la Tafna, des marnes rouges ou diversicolores, très gypseuses, alternant avec des bancs de grès et des pou-

1. J. SAVORNIN. Sur le géosynclinal miocène du Tell méridional (départements d'Alger et de Constantine), *C. R. Ac. Sc.*, séance du 10 juin 1907.

2. Elle est comprise sur les feuilles suivantes de la Carte de l'Algérie à 1/50 000 : Inkermann, Ammi-Moussa, Zemmora, Relizane, Ain Faress, Sidi-bel-Acel, Mostaganem, Debrousseville, Perrégaux, Mascara, Mercier-Lacombe, Sidi-bel-Abbès, Parmentier, Oued Imbert et Pont de l'Isser. Le Service géologique a publié les feuilles de Relizane et de Mostaganem; les autres sont achevées ou très avancées. En outre, pour la région méridionale, où manque encore la carte détaillée, j'ai fait mes explorations sur les feuilles à 1/200 000 d'Ammi Moussa, Tiaret, Mostaganem, Mascara et Tlemcen.

La feuille de Saint-Denis du Sig, qui appartient à la même région, a été dressée par MM. Ehrmann et Doumergue.

dingues, servent de substratum aux premiers sédiments miocènes, cartenniens ou helvétiques ; sur le revers nord du plateau de Zem-mora, au-dessous des poudingues à *Ostrea crassissima* qui marquent en ce point le début du Miocène moyen, j'ai recueilli dans des marnes bleuâtres à cristaux de gypse des « *Helix dentées* » du type de l'*Helix subsenilis* CROSSE. Il n'est donc pas douteux que cette curieuse faune d'*Helix*, dont l'âge a été très discuté, débute dans l'Oligocène pour se retrouver à divers niveaux du Miocène algérien.

MIOCÈNE INFÉRIEUR.

1. *Poudingues et grès cartenniens.* — Ces premiers dépôts du Miocène inférieur n'occupent qu'une surface restreinte ; ils sont généralement recouverts par des formations néogènes plus récentes et l'on ne peut guère les observer qu'à la bordure des anciens massifs, grandes îles baignées par la mer cartennienne, comme le massif de l'Ouarsenis, les chaînons de la Mina, des Beni Chougran, du Tessala, etc.

Des poudingues à éléments parfois volumineux se montrent à la base, surmontés de grès brunâtres, grossiers, glauconieux ; lorsqu'ils sont formés aux dépens des couches rutilantes de l'Oligocène, les grès sont rougeâtres et alternent avec des marnes bariolées.

Cette assise est bien caractérisée dans les vallées du Riou et de la Djidjouia (au Sud d'Inkermann et de Saint-Aimé) ; au Nord du plateau de Zem-mora ; sur le revers sud du Djebel Temdrara et à Sidi Mohamed ben Aouda dans la vallée de la Mina ; dans le chaînon des Beni Chougran aux environs de Perregaux et de Dublineau. La faune, essentiellement néritique, comprend des Tortues marines, de grands Gastropodes et Pélécy-podes généralement à l'état de moules, des espèces spéciales de Clypéastres et d'autres Echinides décrits par Pomel (*Hypsoclypus doma*, etc.), des Polypiers formant quelquefois des lignes de récifs. Les Pectinidés sont nombreux :

<i>Pecten pseudo-Beudanti</i> DEP. ROM.	<i>Flabellipecten incrassatus</i>
— <i>convexior</i> ALM. BOF.	PARTSCH.
— <i>revolutus</i> MICH. var.	<i>Flabellipecten Fichouri</i> BRIVES.
— <i>Joslingi</i> SMITH.	<i>Chlamys (Æquipecten) Northamptoni</i> MICH.

C'est bien la faune des grès de Ténès, retrouvée en de nombreux points de la vallée du Chélif et du reste de l'Algérie ; dans

l'Ouest elle se retrouve, d'après M. Gentil, sur le littoral oranais et dans le bassin de la Tafna.

2. *Marnes cartenniennes*. — Dans quelques grandes vallées, celles du Riou, de l'Oued el Hammam, de la Tafna, on observe au-dessus des grès, en concordance, les marnes cartenniennes, dures, compactes, à délit conchoïde, formant des talus raides et escarpés.

Cette formation est considérée comme à peu près dépourvue de fossiles ; cependant, au Sud d'El Alef, sur la rive gauche du Riou, j'y ai reconnu des empreintes de Ptéropodes (*Vaginella* sp.) ; *Pyrula condita* BAST. ; de nombreux petits Pectens lisses voisins d'*Amussium denudatum* REUSS, *Arca* sp., *Leda* sp., *Cryptodon flexuosus* MONTG. (*Axinus angulatus* Sow.), associés à des Bryozoaires, des Oursins écrasés (*Spatangus* ?) et des Foraminifères (*Robulina*, etc.). Cette faunule accuse d'étroites analogies avec celle du Schlier et des marnes à Ptéropodes du Piémont, formations auxquelles les auteurs ont souvent comparé les marnes cartenniennes en se basant sur la similitude du faciès et de la position stratigraphique.

Le Cartennien est en général très disloqué et participe aux plissements qui ont façonné la structure de l'Atlas ; ses affleurements sont souvent indépendants des dépôts néogènes plus récents, qui se montrent faiblement ondulés, étalés dans de vastes cuvettes, à peine affectées sur leur bord par des mouvements très postérieurs. Des faits identiques ont été signalés dans les régions adjacentes et dans toute l'Algérie. Le Cartennien est donc bien distinct, par sa faune et par ses caractères stratigraphiques, du Miocène moyen.

MIOCÈNE MOYEN.

Les assises qui recouvrent partout en discordance celles du Cartennien les ont débordées dans la majeure partie du bassin et s'étendent largement sur les vestiges de la chaîne tellienne qui, à l'exception de l'Ouarsenis et de quelques îlots vers l'Ouest, devait être presque tout entière sous les eaux à l'époque du Miocène moyen. Les grands plateaux de Zemmora et d'El Bordj, les crêtes des Beni Chougran et du Tessala sont constituées par des dépôts de cet âge, qui, d'autre part, remplissent presque exclusivement le synclinal sud-tellien ; mais vers le Sud, ils empiètent parfois notablement sur la bordure des hauts plateaux jurassiques : j'ai reconnu que des calcaires à *Lithothamnium*

déposés vraisemblablement à cette époque s'étendent jusqu'au delà des sources de la Mina, vers le Djebel Nador.

La transgression cartennienne n'avait donc fait que commencer le morcellement du continent nord-africain ; même au moment de sa plus grande amplitude, qui correspond à l'aire d'extension des marnes cartenniennes, elle ne paraît pas avoir dépassé vers le Sud la bordure de la plateforme jurassique et le plus souvent le rivage semble être resté très au Nord de cette ligne, appuyé sur les dépôts nummulitiques de l'Atlas ; les sédiments terminaux de l'étage, aujourd'hui démantelés¹, devaient sans doute occuper une superficie plus restreinte encore. La mer du Miocène moyen a notablement dépassé cette barrière et occupé dans l'Ouest de l'Algérie un bassin beaucoup plus étendu qu'à aucun autre moment des temps néogènes (fig. 1).

Cette série de formations nous montre un nouvel et magnifique exemple de cycle sédimentaire ; elle comprend plusieurs grandes assises, d'une constance remarquable dans toute la région étudiée.

HELVÉTIEN. — La plus ancienne est représentée par des poudingues et des grès à *Ostrea crassissima* LAMK. ; elle marque le début de la transgression et son faciès, grossièrement détritique est analogue à celui de la base du Cartennien, mais sa puissance, plus considérable, dépasse 100 m. dans les points où ces dépôts de comblement ont pu s'accumuler. Les poudingues sont constitués par des éléments assez volumineux, bien roulés, empruntés à tous les terrains plus anciens de la région, notamment aux grès oligocènes et aux calcaires à silex de l'Éocène inférieur ; les grès roux ou jaunâtres, siliceux, alternent à leur partie supérieure avec des lits marneux. Les fossiles de ce niveau sont des Mollusques mal conservés, à l'état de moules internes, appartenant aux genres *Conus*, *Pyrula*, *Cardium*, *Venus*, etc., des Polypiers, des Balanes sans grande importance stratigraphique.

En général, les intercalations argilo-marneuses prennent en hauteur une importance de plus en plus grande et passent à des argiles grises, délitescentes, formant des mamelons arrondis, séparés par de larges ravins : c'est un sol imperméable, dénudé, peu fertile. Très développées également dans tout le bassin du Chélif, ces argiles sont à peu près dépourvues de fossiles ; malgré de longues recherches, je n'ai pu y rencontrer dans la région

1. M. Ficheur a cependant retrouvé des traces de ces assises régressives de la fin du Cartennien dans la région de Berrouaghia, où l'étage se termine par des grès friables et des poudingues superposés aux marnes dures. *Bull. Soc. géol. Fr.* (3), t. XXII, p. 571, 1894.

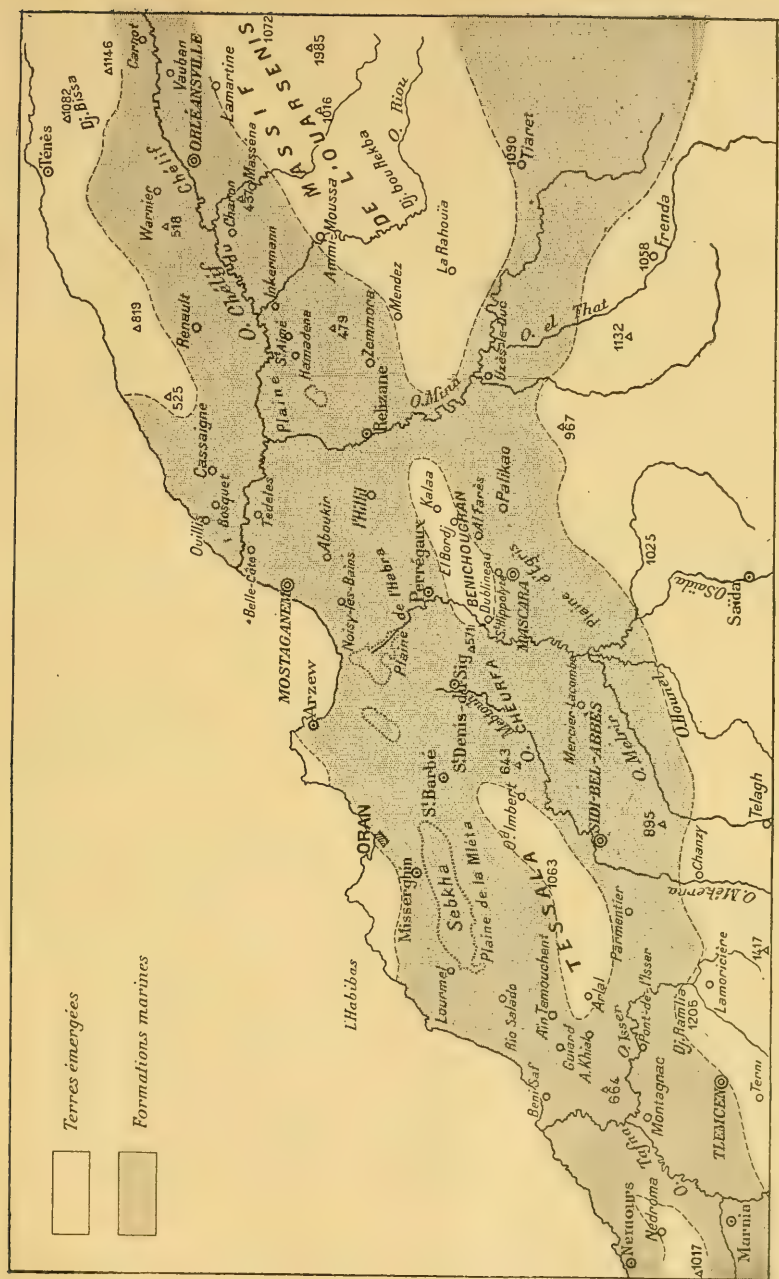


FIG. 1. — EXTENSION MAXIMA DES MERS NÉOGÈNES (MIOCÈNE MOYEN) DANS L'ALGÉRIE OCCIDENTALE.

étudiée que des Foraminifères peu caractéristiques : *Nodosaria*, *Lingulina*, *Robulina*, etc. Il s'agit évidemment de sédiments vaseux, déposés dans la partie centrale du bassin miocène, largement ouvert et très profond.

TORTONIEN. — Des mouvements d'une certaine amplitude se manifestent ensuite ; en divers points du bassin, la profondeur de la mer reste considérable et la sédimentation bathyale se poursuit. Au Sud du golfe de Mostaganem, par exemple, on observe sous le Miocène supérieur des argiles compactes, qui représentent peut-être un faciès sub-abyssal du Tortonien ; ce sont de véritables vases à Ptéropodes : *Vaginella* sp., *Diacria trispinosa* LES., *Cuvieria inflata* BON.¹ etc., associés à d'autres petits Mollusques ferrugineux et de nombreux Foraminifères.

I. — La délimitation des deux étages est alors difficile ; mais ailleurs une transgression localisée sur les bords de la chaîne tellienne amène une récurrence de *poudingues et grès* à *Ostrea crassissima* LAMK. associé à des formes qui caractérisent nettement la base du Tortonien :

Turritella turris BAST.
Nerita martiniana MATH.
Pecten aff. *Fuchsi* FONT.
 — *revolutus* MICH.

Flabellipecten planosulcatus MATH.
 — *Ugolini* DEP. ROM.
Pectunculus bimaculatus POLI.
Tellina planata L.

II. — Cette assise détritique est fidèlement suivie par un horizon remarquable de *marnes bleues*, compactes, plus ou moins argileuses, offrant le faciès typique des marnes de Tortone ; la faune, surtout riche et variée à la partie supérieure, dans quelques lits plus sableux, comprend de nombreux Mollusques à test blanc, bien conservé et l'abondance des Dentaies, des Pleurotomes, des *Natica* lui donnent un cachet nettement bathyal. Les gisements les plus intéressants se rencontrent sur le pourtour du plateau de Zemmera et plus à l'Ouest, aux environs d'El Bordj, où ils ont déjà été explorés par M. Repelin ; mes recherches ont permis de réunir les éléments d'une faune tortonienne importante, dont je ne puis donner ici qu'un aperçu :

1. Ces espèces se rencontrent assez communément dans le Pliocène piémontais ; je n'ai pas cru pouvoir néanmoins placer ces couches à Ptéropodes dans le Plaisancien qui affleure sur la plage même de Mostaganem avec le faciès typique des marnes bleues.

- Actæon semistriatus* FÉR.
Scaphander lignarius L. var. *dertonensis* SACCO.
Cylichnina dertocrassa SACCO.
Ringicula auriculata MÉN. var.
Terebra (Terebrum) tuberculifera DODERL.
Terebra (Terebrum) acuminata BORS.
Conus (Leptoconus) elatus MIGHT.
— (*Dendroconus*) *Berghausi* MIGHT.
— (*Conospirus*) *Bronni* MIGHT.
— — *antediluvianus* BRUG.
Genotia Craverii BELL.
— *Mayeri* BELL.
Clavatula semimarginata LAMK.
— *Jouanneti* DESM.
— *calcarata* GRATEL.
Pleurotoma rotata BROCC.
Drillia (Spirotrepris) modiola JAN.
Cancellaria (Sveltia) dertovaricosa SACCO.
— (*Bivetia*) *dertonensis* BELL.
— (*Calcarata*) *calcarata* BROCC.
Ancilla (Baryspira) glandiformis BROCC.
Ancilla (Sparella) obsoleta BROCC.
Marginella (Eratoidea) Deshayesi MIGHT.
Mitra (Uromitra) Borsoni BELL.
Fusus prærostratus FONT.
Phos polygonus BROCC. var.
Nassa Hörnesi MAY.
Murex (Tubicauda) spinicosta BRONN.
— (*Hadriana*) *craticulata* BROCC.
— (*Ocenebra*) *dertonensis* MAY.
Semicassis miolævigata SACCO.
Tudicula rusticula BAST.
Chenopus pes pelicani L.
— *uttingerianus* RISSO.
Cerithium dertonense MAY.
— (*Ptychocerithium*) *granulatum* BON.
Turritella tricarinata BROCC.
Turritella (Archimediella) bicarinata EICHW.
Turritella (Haustator) vermicularis BROCC.
— (*Zaria*) *subangulata* BROCC.
Solarium (Torinia) obtusa BRONN.
var. *subvariegata* D'ORB.
Solarium (Torinia) Albertinæ SACCO.
Crepidula gibbosa DEFR.
Xenophorus Deshayesi MIGHT.
Natica millepunctata LAMK. et var.
— *helicina* BROCC.
— (*Neverita*) *Josephinia* RISSO.
Scala (Fuscoscala) Turtonis TURT.
— (*Hemiarctica*) *lanceolata* BROCC.
Leiostraca subulata DONOV.
Turbonilla rufa PHIL.
Dentalium sexangulum (SCHRÖT) GEM.
— *inæquale* BRONN.
Dentalium (Antale) Bouei DESH.
— (*Fustiaria*) *Jani* HORN.
Gadila gadus MONTG.
Ostrea.
Anomya ephippium L.
Pecten Labnæ MAY.
Flabellipecten fraterculus SOW.
Amussium cristatum BRONN.
Chlamys multistriata POLI.
Arca (Anadara) firmata MAY.
— — *diluvii* LAMK. var.
Limopsis (Pectunculina) anomala EICHW.
Leda (Ledina) fragilis CHEMN.
Nucula nucleus L.
Cardium (Trachycardium) multicos-tatum BROCC.
Cardium (Lævicardium) cyprium BROCC.
— (*Parvicardium*) *papillosum* POLI.
— (*Ringicardium*) *danubianum* MAY.
Meretrix (Amiantis) Brocchii DESH.
Venus (Ventricola) multilamella L.
— (*Clausinella*) *fasciata* DA COSTA.
— (*Timoclea*) *ovata* PENN.
Psammobia uniradiata BROCC.
Corbula gibba OLIVI.
Lucina (Dentilucina) orbicularis DES.
— (*Myrtæa*) *spinifera* MONTG.

<i>Lucina</i> (<i>Linga</i>) <i>columbella</i> LAMK.	Bryozoaïzes.
— (<i>Megaxinus</i>) <i>transversus</i> BR.	<i>Stephanophyllia elegans</i> BRONN.
— (<i>Cardiolucina</i>) <i>Agassizi</i> MICH.	Foraminifères.
<i>Tellina</i> (<i>Oudardia</i>) <i>compressa</i> BROCC.	

III. — Le régime franchement néritique ne s'établit dans tout le bassin qu'à la fin du Miocène moyen ; le nouvel état de choses ne se produit, du reste, que progressivement et l'on passe par degrés des formations tortoniennes bathyales à des dépôts littoraux qui trahissent la tendance à une émergence prochaine de la région.

L'assise qui surmonte les marnes bleues se divise facilement en deux horizons :

a) *Grès à Hétérostégines*. — Un horizon inférieur, sableux et gréseux, caractérisé par l'extraordinaire abondance des Hétérostégines, qui sont parfois accumulés en véritables bancs, associés à de grands Pélécy-podes, des Echinides, des Bryozoaires, des Polypiers ; on recueille communément à ce niveau, au-dessus de quelques bancs glauconieux ou micacés :

<i>Cancer Deshayesi</i> M.-EDW.	<i>Flabellipecten expansus</i> Sow.
<i>Conus</i> .	<i>Chlamys</i> (<i>Macrochlamys</i>) <i>Tournali</i> DE SERRES.
<i>Ancilla</i> (<i>Baryspira</i>) <i>glandiformis</i> BROCC.	— (<i>Æquiptecten</i>) <i>scabriusculus</i> MATH.
<i>Trivia avellana</i> Sow. var. <i>dertonensis</i> MICH.	<i>Arca</i> (<i>Anomalocardia</i>) <i>turoniensis</i> DUJ.
<i>Turritella</i> (<i>Archimediella</i>) <i>bicarinata</i> EICHW.	<i>Nucula placentina</i> LAMK.
— — <i>Archimedis</i> BRONGN.	<i>Cardita</i> (<i>Venericardia</i>) <i>Jouannet</i> BAST.
— <i>turris</i> BAST.	<i>Cardium</i> (<i>Discors</i>) <i>spondyloides</i> V. HAUER.
<i>Solarium</i> .	<i>Corbula gibba</i> OLIVI.
<i>Tudicula rusticula</i> BAST.	<i>Lucina</i> (<i>Megaxinus</i>) <i>elliptica</i> BORS.
<i>Pyrula condita</i> BRONGN.	— — <i>transversa</i> BRON.
<i>Natica</i> (<i>Neverita</i>) <i>Josephinia</i> RISSO.	— (<i>Dentilucina</i>) <i>orbicularis</i> DESH.
<i>Ostrea crassissima</i> LAMK.	— (<i>Clausinella</i>) <i>fasciata</i> DA COSTA.
<i>Spondylus crassicosta</i> LAMK.	Clypéastres et autres Echinides spéciaux.
<i>Pecten</i> aff. <i>Fuschi</i> FONT.	Bryozoaires très communs.
<i>Flabellipecten incrassatus</i> PARTSCH.	Polypiers.
— <i>planosulcatus</i> MATH.	<i>Heterostegina depressa</i> D'ORB.

b) *Calcaires à Lithothamnium*. — Ces grès passent latéralement en quelques points et généralement en hauteur à des calcaires massifs, presque entièrement construits par des Algues encroû-

tantes ; cette assise, bien développée sur la bordure méridionale de la vallée du Chélif, atteint une centaine de mètres d'épaisseur et constitue des barres escarpées ou des plateaux rocheux, dénudés. Vers le Sud et à l'Ouest de Relizane elle est plus réduite dans une région où les divers termes de la série néogène présentent un faciès de mer particulièrement profonde ; il est possible que la base des calcaires à *Lithothamnium* soit représentée en ces points par des dépôts vaseux, mais le passage latéral de toute la masse aux marnes bleues tortoniennes m'a paru beaucoup moins évident qu'à M. Repelin¹.

En tous cas, les fossiles sont assez communs dans les calcaires et se font remarquer par leur grande taille et l'épaisseur de leur test ; sur le pourtour du plateau d'El Bordj et aux environs de Perregaux, j'ai recueilli les espèces suivantes :

<i>Gryphæa cochlear</i> POLI var. <i>alata</i> FOR.	<i>Chlamys</i> (<i>Macrochlamys</i>) <i>latissimus</i> BROC.
<i>Alectryonia plicatula</i> GML. var. <i>cras-soplicata</i> SAC.	— (<i>Æquiptecten</i>) <i>Havera</i> MICH.
<i>Spondylus crassicosta</i> LAMK.	<i>Mytilus galloprovincialis</i> LAMK. var. <i>herculea</i> B.D.D.
<i>Pecten benedictus</i> LAMK.	<i>Terebratula sinuosi</i> BROCCHI.
— <i>Dunckeri</i> MAY. EYM.	<i>Rhynchonella</i> sp.
— <i>revolutus</i> MICH.	Clypéastres.
<i>Flabellipecten incrassatus</i> PARTSCH.	
— <i>leithajanus</i> PARTSCH.	Polypiers.
— <i>Ugolinii</i> ROM.	

Le Tortonien supérieur se présente sous un faciès identique dans toute la vallée du Chélif : dans le plateau de Medea, au Gontas où il est particulièrement développé, le faciès est surtout gréseux, mais l'équivalence des couches détritiques les plus élevées aux calcaires construits qui se développent vers l'Ouest ne peut faire aucun doute. Les grès à Hétérostégines sont également très constants ; M. Brives a fait ressortir l'intérêt de leur intercalation habituelle entre les marnes bleues fossilifères et les calcaires², j'ai été amené à constater des faits identiques dans les vallées du Riou et de la Mina où la position respective des grès et des marnes a été intervertie : au Sud d'Inkermann comme à El Bordj les marnes bleues à faune bathyale sont surmontées par les couches gréseuses à Hétérostégines, *Flabellipecten plano-sulcatus* MATH. et *Cardita Jouanneti* BAST. qui supportent les calcaires à *Lithothamnium*.

1. J. REPÉLIN. Sur l'âge des calcaires à *Lithothamnium* de la vallée du Chélif. *C.R.Ac.Sc.*, t. CXXX, p. 1023, 1894 et Thèse de Doctorat, p. 162.

2. *Loc. cit.*, p. 59.

Dans le bassin de la Tafna, le Tortonien présente également ses trois assises typiques, qu'on peut paralléliser terme à terme avec celles que je viens de décrire plus à l'Est ; ses caractères ont été précisés par M. L. Gentil, qui a reconnu entre autres faits intéressants que l'étage s'y termine par des formations lagunaires à *Cerithium pictum* DEFR.

Le « deuxième étage méditerranéen » est donc défini d'une manière précise dans l'Algérie occidentale ; après la régression qui marque la fin de l'époque cartennienne et dont les témoins n'ont été que très rarement conservés, le bassin miocène se reconstitue, ses premiers dépôts transgressifs débordent largement ses limites précédentes, puis il s'approfondit progressivement et la sédimentation bathyale règne dans toute son étendue. Le Tortonien débute par une nouvelle ingression de la mer sur les vestiges très morcelés de l'Atlas tellien, puis de nouveaux sédiments vaseux, caractérisés par une riche faune de Mollusques s'étendent uniformément sur tout le bassin ; aussitôt après commence une nouvelle phase, nettement régressive : des sables à grands Pélécy-podes littoraux, des conglomérats à Ostracées et Echinides précèdent immédiatement la formation des calcaires à Lithothamnium, qui révèle un nouvel exhaussement des lignes de rivage. En quelques points des intercalations saumâtres au sommet de la série marquent bien la fin du cycle sédimentaire du Miocène moyen.

L'histoire de cette période dans la Méditerranée occidentale présente d'ailleurs une remarquable unité. En n'envisageant ici que les côtes nord-africaines, si l'on considère que le Miocène moyen, continental dans l'Est de l'Algérie, passe dans l'Ouest à des formations marines qui prennent une importance de plus en plus grande dans cette direction, on ne peut que conclure que c'est bien de l'Ouest vers l'Est que s'est produite la transgression des mers miocènes. Par suite, la régression de la fin du Tortonien, générale dans l'Algérie occidentale, marque un fait important dans l'histoire de la Méditerranée et ce fait ne paraît pouvoir être attribué qu'à la *fermeture complète et définitive du détroit sud-rifain à la fin du Miocène moyen*. Pendant un temps, qui correspond au Miocène supérieur, l'Océan Atlantique reste sans communication avec le bassin méditerranéen, que son isolement transforme en une sorte de mer résiduelle ; hypothèse qui semble expliquer suffisamment les remarquables particularités du Sahélien.

Il est vrai que des couches marines du *Sahélien* ont été signa-

lées par M. L. Gentil entre la frontière algérienne et la Mlouya¹ ou l'étage, épais d'une centaine de mètres, comprendrait à la base des poudingues et des grès grossiers, puis des marnes bleuâtres et au sommet des calcaires à *Lithothamnium*; mais on peut d'abord remarquer que c'est là la composition typique du Tortonien plus à l'Est et la faune citée dans cette série très transgressive confirme bien son attribution au Miocène moyen : *Dentalium sexangulum* SCHROT., *Ostrea Velaini* MUN.-CHALM., *Gryphæa cochlear* POLI, *Flabellipecten incrassatus* PARTSCH., *Chlamys res-titutensis* FONT., *Amussium cristatum* BRONN.

MIOCÈNE SUPÉRIEUR.

Bien que l'individualité même du « Sahélien » ait été encore récemment mise en doute², il semble bien que l'accord s'est fait généralement pour admettre l'existence en Algérie de formations marines datant du Miocène supérieur. Il est même certain que l'étage s'y présente en quelques points sous un faciès bathyal identique à celui des marnes tortoniennes et de celles du Plaisancien : ces couches contiennent la faune dite de Carnot, dont M. Brives a fait une étude spéciale qui établit son âge intermédiaire entre les faunes tortonienne et pliocène; elles passent d'ailleurs sur les deux bords du bassin à des dépôts néritiques. Enfin, alors qu'on pensait jusqu'ici que la mer sahélienne s'étendait et s'approfondissait encore vers l'Ouest³ j'ai reconnu qu'elle ne dépassait pas sans doute la vallée de la Tafna, où l'on retrouve pour représenter l'étage des dépôts continentaux et lagunaires identiques à ceux de l'Algérie orientale et du « Pontien » classique.

Je décrirai sommairement ces divers faciès :

1° *Faciès bathyal*. — Au-dessus des assises à faune tortonienne typique du plateau d'El Bordj, on observe entre Ain Fares et Mascara, sur le pourtour du Djebel Khalel, des marnes bleues très fossilifères, considérées encore comme tortoniennes par Bleicher et M. Welsch, mais que MM. Brives et Ficheur placent

1. L. GENTIL. Sur les dépôts du détroit sud-rifain, C.R. Ac. Sc., CLII, p. 293, 1911.

2. J. COTTEAU. Les argiles de Baden (Autriche) et les marnes de Cabrières d'Aigues (Vaucluse). Bull. Soc. géol. France, (4), t. X, 1910.

3. M. Gentil, qui attribuait au Sahélien les mollasses calcaires à Pectinidés de la basse Tafna, placées ici dans le Pliocène, avait conclu que « le Miocène supérieur du bassin de la Tafna est plus franchement marin que celui de l'Est ». Loc. cit., p. 372.

dans le Sahélien. J'ai pu examiner au laboratoire de géologie de la Faculté des Sciences d'Alger une série de fossiles recueillis dans cette région par M. Ficheur, qui a bien voulu la mettre à ma disposition ; en outre, en étudiant les feuilles à 1/50 000 d'Ain Fares et Mascara, j'ai réuni moi-même de riches matériaux. Je me bornerai à citer ici un certain nombre d'espèces dont la détermination me paraît certaine :

- Oxyrhina hastalis* AG.
Ringicula auriculata MÉN.
Terebra (*Terebrum*) *acuminata* BORS.
Conus (*Chelyconus*) *striatulus* BROCC.
 — (*Leptoconus*) *elatus* MICHT.
 — (*Dendroconus*) *Berghausi* MIC.
Genotia (*Bathytoma*) *calaphracta* BROCC.
Clavatula gradata DEFR. var.
Surcula dimidiata BROCC.
Peurotoma rotata BROCC.
 — *turricula* BROCC.
Drillia sigmoidea BRONN.

Cancellaria (*Calcarata*) *calcarata* BROCC.
Ancilla glandiformis LAMK. type et var.

Mitra (*Uromitra*) *Borsoni* BELL.

Phos polygonus BROCC. var. *percostata* BROCC.
Nassa mutabilis L.
 — (*Uzita*) *Brugnonis* BELL.
 — (*Amycla*) *semistriata* BROCC. typique.
Columbella (*Macrurella*) *fallax* HORN. et AUNG.
 — — *nassoides* BELL.
Typhis horridus BROCC.
 — (*Typhinellus*) *tetrapterus* BR.
Murex torularius LAMK.
Semicassis.
Tudicula rusticala BAST.
Chenopus pes pelicani L.
 — *thersites* POMEL.
Cerithium dertonense MAY. var. *perlongata* SACCO.
 — (*Ptychocerithium*) *Bronni* PARTSCH.
 — *varicosum* BROCC.
Turritella communis BROCC.
 — (*Archimediella*) *Archimedis* BRONGN.

Turritella (*Zaria*) *subangulata* BROCC.
Calyptræa chinensis L.
Natica millepunctata LAMK. et nombr. var.
 — *helicina* BROCC.
 — (*Neverita*) *Josephinia* RISSO.
Oxystele rotellaris MICHT.
Dentalium sexangulum (SCHROT) GM.
 — (*Antale*) *Bouei* DESH.
 — (*Fustiaria*) *Jani* HORN.
Gadila gadus MONTG.
Ostrea.
Gryphæa cochlear POLI var.

Pecten Labnæ MAY.
Flabellipecten fraterculus SOW.
 — *Ugolini* DEP. ROM.
Amussium cristatum BRONN.
Chlamys multistriata POLI.
Arca (*Anadara*) *diluvii* LAMK.
Limopsis (*Pectunculina*) *anomala* EICHW.
Yoldia nitida BROCC.
Cardita (*Venericardia*) *Jouanneti* BAST. mut. *læviplana* DEP. var.
Cardium (*Ringicardium*) *hians* BROCC.
 — (*Parvicardium*) *papillosum* POLI.
 — (*Lævicardium*) *oblungum* CHEMN.

Meretrix (*Amiantis*) *Brocchii* DESH.
Venus (*Ventricola*) *multilamella* L.
 — (*Clausinella*) *scalaris* BRN.
 — (*Timoclea*) *ovata* PENN.
Psammobia uniradiata BROCC.
Corbula gibba OLIVI.
Lucina (*Dentilucina*) *orbicularis* DES.
 — — *borealis* L.
 — (*Myrtea*) *spinifera* MONTG.
 — (*Cardiolucina*) *Agassizi* MICHT.
Bryozoaires.
Foraminifères.

Le Sahélien bathyal des environs de Mascara offre donc une faune identique à celle des marnes de Carnot, dans la vallée du Chélif, dont M. Brives a fait une intéressante étude paléontologique ; il en résulte que cette faune comprend, à Mascara comme à Carnot :

des formes nettement caractéristiques du Tortonien des régions classiques, telles qu'*Ancilla glandiformis*, *Oxystele rotellaris*, *Flabellipecten fraterculus*, *Cardiolucina Agassizi*, etc. ;

des espèces qui ne déburent ailleurs que dans le Pliocène, *Nassa mutabilis*, *Amycla semistriata*, *Columbella subulata*, *C. nassoides*, *Strombina tetragonostoma*, *Cerithium vulgatum*, *Arca diluvii* ;

des espèces ou des variétés spéciales au Sahélien (auxquelles il faudra ajouter certainement de nombreuses mutations de formes tortoniennes, citées ci-dessus sous leur nom spécifique) : *Chenopus thersites* POMEL, *Scala Renaulti* BRIVES, *Cardita lævipiana* DEP. var., *Nucula Zahiræ* MAY. Ces fossiles caractéristiques seront plus nombreux quand la faune marine du Miocène supérieur sera mieux connue ; j'ai recueilli moi-même au Djebel Khalel des espèces nouvelles appartenant aux genres *Surcula*, *Murex*, *Latrunculus*, *Halia*, etc.

Le golfe de Mascara où se déposaient ces couches bathyales n'était qu'une dépendance de la mer qui recouvrait un peu plus au Nord l'emplacement du plateau actuel de Mostaganem ; dans cette région, les sédiments néogènes successifs paraissent s'être formés dans une fosse particulièrement profonde, où la sédimentation marine a persisté plus tardivement que dans le reste du bassin.

2° *Faciès néritique*. — Partout ailleurs, le Sahélien est représenté par des formations franchement néritiques, qui s'appuient au Sud sur la bordure du bassin. Sa base n'est indiquée nulle part par des couches grossièrement détritiques, conglomérats ou grès grossiers, pouvant trahir une brusque offensive de la mer ; on ne peut parler en aucun cas d'une véritable transgression sahélienne.

Entre Inkermann et Saint-Denis-du-Sig, la composition de l'étage est à peu près identique à celle qu'il présente, d'après M. Brives, en divers points de la vallée du Chélif et dans le Dahra ; on rencontre successivement, de bas en haut :

1° un niveau de tuf grisâtre, riche en paillettes de biotite, résultant du remaniement par la mer de laves andésitiques ;

2° des marnes blanches à rognons de silex ménilite avec inter-

calation de lits de tripoli sur lesquels on observe des empreintes de Poissons appartenant, d'après Sauvage, à des espèces fréquentant les estuaires :

3° des calcaires marneux et des marnes grises à *Gryphæa cochlear* POLI var. *navicularis* BROCC. et *Amussium cristatum* BRONN.

Mais ce qui achève de donner à ce Sahélien sa véritable physionomie, ce sont les masses parfois puissantes de gypse interstratifiées à la partie supérieure de l'étage (Sahouria, Djebel Grabes, environs de Mostaganem, etc.). Ces dépôts gypseux se placent au même niveau que les gypses sahéliens rencontrés plus à l'Est où ils s'associent même, dans le Dahra, à des calcaires lacustres et des lignites¹.

Au Nord et à l'Ouest de Saint-Denis-du-Sig, le Miocène supérieur prend quelquefois le faciès zoogène de grès ou de mollasses calcaires à *Lithothamnium* riches en Échinides, Bryozoaires, Brachiopodes et Polypiers : c'est le « Sahélien blanc » des environs d'Oran. Entre cette région et la Tafna, les études de M. Gentil, puis les minutieuses recherches faites récemment par M. Doumergue, pour dresser la Carte géologique détaillée, n'ont pas permis de retrouver à ce niveau des formations franchement bathyales.

3° *Faciès continental*. — Bien au contraire, les couches marines du Sahélien font place, dans la basse Tafna, à un puissant dépôt d'origine continentale et lagunaire, jusqu'ici complètement méconnu².

Au-dessus des grès et marnes du Tortonien à *Ostrea crassissima* qui se relie au Miocène moyen de la vallée de l'Isser, on observe, au Sud-Ouest d'Ain Temouchent, une formation complexe, bien développée dans le pays des Oulad Kralfa et sur la rive droite de la Tafna ; elle comprend des marnes argileuses bariolées, rouges, vertes, jaunes, intimement associées à des grès calcaires rougeâtres et des bancs assez puissants de « poudingue fleuri » régulièrement intercalés. L'ensemble offre l'aspect si caractéristique des dépôts alluvionnaires et des lagunes et rappelle d'une

1. Dans la vallée du Chélif, à l'Ouest de Carnot, le Sahélien est souvent presque entièrement lacustre et lagunaire. Ainsi, sur la feuille de Charon, au-dessus des marnes à *Ancilla glandiformis* par lesquelles débute l'étage, d'après M. Brives, le Miocène supérieur comprend des couches à Planorbes et Limnées, puis des assises à tripoli, enfin des lentilles de gypse atteignant 100 m. d'épaisseur. C'est un véritable dépôt d'évaporation.

2. J'ai signalé récemment cette découverte : Le Miocène supérieur dans l'Ouest de l'Algérie : couches à Hippurion de la Tafna, *C.R.Ac.Sc.*, t. CLXI, p. 639, séance du 22 novembre 1915.

manière frappante celui de l'Aquitanién et surtout des limons rouges et des cailloutis du Pontien; la faune que j'y ai rencontré démontre que c'est à ce dernier niveau qu'il convient de le placer.

En effet, sur le revers sud du Koudiat et Tine, près de Guiard, des lumachelles de petits Mollusques s'associent dans les grès avec d'assez nombreux fragments d'ossements; j'ai recueilli en ce point des molaires et autres débris de l'*Hipparion gracile* KAUP. des fragments de carapaces de Tortues des genres *Emys* et *Tryonix* qui fréquentent les marais et les rivières, des dents de Poissons, des pinces de Crustacés, etc. Parmi les Mollusques, je noterai l'abondance d'*Helix Desoudini* CROSSE, *H. Jobæ* BOURG., dans les marnes rouges gypseuses et la lumachelle ainsi que de *Planorbis Jobæ* BOURG., *P. Doumerguei* PALLARY, *Cerithium* du groupe *doliolum* BR., *Cerithium* aff. *disjunctum* SOW., de petits *Cardium* voisins de *C. plicatum* EICHW., *Ervilia* sp., etc.

Il ne peut y avoir de doute sur l'âge de cette formation: elle se place bien au niveau des couches à *Hipparion gracile* du plateau de Constantine, du Pontien classique du Sud-Est de la France et de l'Europe orientale; divers gisements reconnus dans la péninsule ibérique relient ces dépôts continentaux du Miocène supérieur échelonnés sur les deux rives de la Méditerranée.

L'association des « *Helix* dentées » et de l'*Hipparion gracile* confirme la judicieuse attribution au niveau les plus élevés du Miocène des couches à *Helix Desoudini* de l'Algérie orientale et de la Tunisie, proposée par M. Douvillé¹. C'est probablement dans le même étage qu'il faudra placer les couches contenant en divers points du bassin de la Tafna (Oued Zitoun, Djebel Adjir) ces mêmes *Helix* et que M. L. Gentil a considéré comme relevant du Miocène moyen.

Ainsi, à l'Ouest du Sahel d'Oran, le domaine maritime du Miocène supérieur cesse pour faire place à des formations continentales; le bassin se trouve limité de ce côté avec plus de précision encore que sur sa bordure sud où il s'étendait du reste assez peu au delà du littoral actuel. La carte de la mer sahélienne (fig. 2) montre bien qu'il n'existait plus à cette époque, dans l'Algérie occidentale, qu'un chenal relativement étroit caractérisé par le grand développement des dépôts néritiques et lagunaires; la sédimentation bathyale ne s'y poursuivait qu'au sein de quelques fosses profondes, comme il semble en avoir existé de tout temps dans la Méditerranée: sur son seuil occidental, par où n'arrivaient plus les eaux marines, cette dernière se présentait bien

1. Bull. Soc. géol. France (4), X, p. 657, 1910.

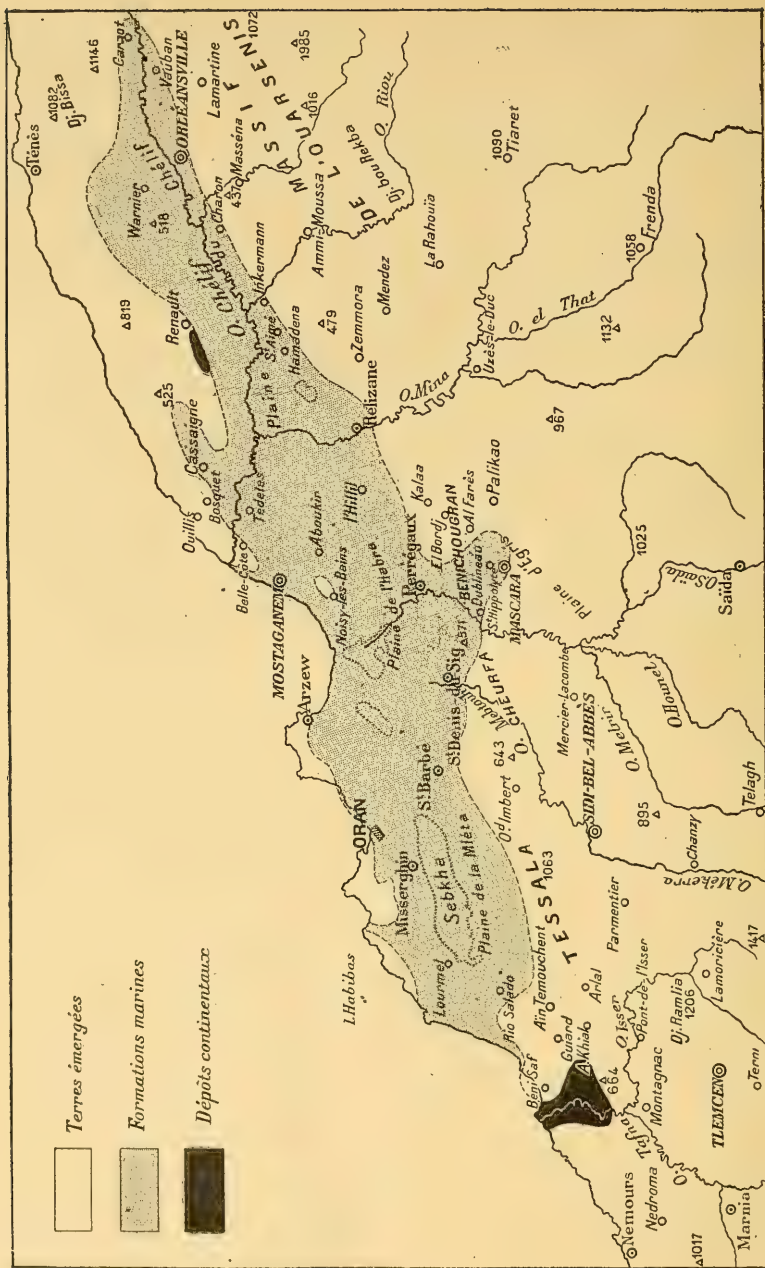


FIG. 2. — EXTENSION DE LA MER SAHÉLIENNE DANS L'ALGÉRIE OCCIDENTALE.

comme une mer fermée, isolée de toute communication avec l'Océan, en voie d'évaporation et d'assèchement rapide ¹.

Pliocène.

J'ai indiqué plus haut que, suivant les idées de Pomel, les auteurs ont jusqu'ici considéré comme miocènes et généralement placé dans le Sahélien les formations marneuses qui supportent dans l'Oranie les grès à *Ostrea lamellosa* et Pectinidés incontestablement pliocènes ; en étudiant les feuilles de Relizane, Sidi bel Acel et Mostaganem, j'ai examiné de plus près la question et reconnu que le Miocène supérieur est nettement séparé des grès du « plateau de Mostaganem » par des marnes plaisanciennes à faune bathyale qui correspondent vraisemblablement aux couches littorales déposées à la bordure du bassin et dans le fond du golfe du Chélif. Les assises terminales du Pliocène ancien présentent d'ailleurs des caractères très analogues à ces dernières, et dans les points où manquent les marnes plaisanciennes, la part qui revient au Plaisancien et à l'Astien dans les grès pliocènes est difficile à préciser.

PLAISANCIEN.

1° *Faciès néritique*. — Une grande dépression s'était constituée vers la fin du Miocène supérieur suivant l'emplacement actuel de la vallée du Chélif ; les dépôts marins du Pliocène y ont pénétré, formant un golfe étroit, mais très allongé qui se poursuivait jusqu'auprès de Carnot, où des couches continentales à *Helix* représentent l'étage. D'après les recherches de M. Brives, les couches marines débutent chez les Beni Rached et se développent vers l'Ouest ; elles sont uniquement constituées par des grès et des sables à faune néritique : il s'agit d'un véritable fiord, peu profond, qui s'ensablait peu à peu et dont la mer s'est peut-être retirée avant la fin de la période.

Des dépôts analogues se retrouvent au Sud des grandes plaines de la Mina et de l'Habra, appuyés contre la chaîne tellienne, dans l'intérieur de laquelle ils pénètrent quelquefois assez loin ; au Sud de Relizane, des poudingues à éléments volumineux, empruntés en partie aux calcaires à *Lithothamnium* tortoniens, reposent sur le Crétacé inférieur et supportent des grès grossiers à *Ostrea*

1. Ainsi s'explique l'apparition, dès le Plaisancien, d'une proportion très importante de formes cryptogènes, ayant sans doute leurs racines dans la faune qui évoluait vers la fin du Miocène en dehors du bassin méditerranéen, probablement dans la zone de l'Atlantique tropical.

lamellosa BROCC., *Pecten Jacobæus* L., *Chlamys varia* L., Balanes, etc. Vers Sahouria, Perrégaux, Saint-Denis-du-Sig, les grès pliocènes surmontent directement le Sahélien et sont assez fossilifères :

<i>Balanus.</i>	<i>Chlamys varia</i> L.
<i>Conus.</i>	— <i>multistriata</i> POLI.
<i>Surcula intremædi</i> BRONN.	— (<i>Æquipecten</i>) <i>scabrellus</i> L.
<i>Nassa (Niotha) clathrata</i> BROCC.	— — <i>Bollenensis</i> M.
<i>Cyprea.</i>	<i>Modiola.</i>
<i>Turritella (Haustator) vermicularis</i> BROCC.	<i>Arca (Anadara) diluvii</i> LAMK.
<i>Natica.</i>	<i>Cardium (Ringicardium) hians</i> BROCC.
<i>Ostrea edulis</i> L.	— (<i>Parvicardium</i>) <i>papillosum</i> POLI.
— — var. <i>lamellosa</i> BROCC.	<i>Venus (Ventricola) multilamella</i> LK.
<i>Anomya ephippium</i> L.	<i>Terebratula biplicata</i> BROCCHI.
<i>Spondylus.</i>	Bryozoaires.
<i>Pecten Jacobæus</i> L.	Polypiers (<i>Flabellum</i> , etc.).
<i>Flabellipecten Bosniasckii</i> DE ST. ET P.	

Dans le Sahel et couvrant vers l'Ouest de grandes surfaces dans la basse vallée de la Tafna, le Pliocène se présente sous un faciès assez spécial de grès calcaire très grossier, passant à de véritables calcaires à Nullipores, Bryozoaires et Polypiers, rappelant assez l'aspect du Sahélien blanc d'Oran ; aussi, contrairement à l'opinion de Pomel, M. L. Gentil a-t-il placé cette formation dans le Miocène supérieur, tout en étant conduit, par la présence d'espèces caractéristiques du Pliocène, à les considérer comme plus récente que les couches de Carnot. Cependant, cette assise, transgressive dans toute la région sur le Sahélien typique, présente avec les couches les plus élevées de ce dernier étage une discordance angulaire incontestable¹ ; d'autre part, sur leur bordure méridionale, les plateaux calcaires des Oulad ben Adda et de Sidi Safi reposent sur les couches continentales du Miocène supérieur à *Hipparion*. Enfin, la faune elle-même présente des affinités nettement pliocènes ; en écartant certaines espèces de détermination douteuse, on peut citer :

<i>Pecten benedictus</i> LAMK.	<i>Chlamys (Æquipecten) bollenensis</i> M.
— <i>reghiensis</i> SEGU. var.	<i>Manupecten pes felis</i> L.
— <i>Jacobæus</i> L.	<i>Ostrea edulis</i> L.
<i>Amussium cristatum</i> BRONN.	— — var. <i>lamellosa</i> BROCC.
<i>Chlamys varia</i> L.	— <i>perpiniana</i> FONT.
— <i>multistriata</i> POLI.	<i>Gryphæa cochlear</i> POLI.
— (<i>Macrochlamys</i>) <i>latissima</i> B.	<i>Spondylus gæderopus</i> BROCC.
— (<i>Æquipecten</i>) <i>opercularis</i> L.	<i>Venus (Ventricola) multilamella</i> LK.
— — <i>sabrellus</i> L.	<i>Clypeaster pliocenicus</i> POMEL.

1. M. L. Gentil en a figuré lui-même un très bel exemple dans la coupe du cap Figalo (*Loc. cit.*, p. 357, fig. 77).

2° *Facies bathyal*. — Dans les parties profondes du bassin, l'étage se présente sous un faciès bien différent, celui de marnes bleues à Dentales et Pleurotomes, déposées loin du rivage ; leur aspect rappelle absolument celui des marnes tortoniennes et du Sahélien bathyal, mais la faune est celle du Plaisancien typique. Les marnes pliocènes affleurent sur le pourtour du plateau de Mostaganem, entre les grès astiens qui le couronnent et les formations sahéliennes qui s'étendent jusqu'à la berge du Chélif ; elles sont particulièrement fossilifères dans un horizon sableux intercalé à la partie supérieure et où j'ai recueilli, entre autres formes :

- | | |
|--|--|
| <i>Ringicula auriculata</i> M. v. <i>buccinea</i> B. | <i>Turritella communis</i> RISSO. |
| <i>Terebra</i> (<i>Terebrum</i>) <i>postneglecta</i> SAC. | — (<i>Haustator</i>) <i>vermicularis</i> B. |
| <i>Conus</i> (<i>Leptoconus</i>) <i>Brocchii</i> BRONN. | — <i>triplicata</i> BROCC. |
| — (<i>Lithoconus</i>) <i>Mercati</i> BROCC. | — (<i>Archimediella</i>) <i>Archimedis</i> BRONG. |
| <i>Genotia Craverii</i> BELL. | — (<i>Zaria</i>) <i>subangulata</i> BROCC. |
| — (<i>Bathytoma</i>) <i>cataphracta</i> B. | |
| <i>Clavatula gradata</i> DEFR. var. | |
| <i>Surcula dimidiata</i> BROCC. | <i>Fossarus costatus</i> BROCC. |
| — <i>intermedia</i> BRONN. | <i>Solarium simplex</i> BRONN. |
| <i>Pleurotoma monile</i> BROCC. | <i>Crepidula unguiformis</i> LAMK. |
| — <i>turricula</i> BROCC. | <i>Calyptrea chinensis</i> L. |
| <i>Drillia sigmoidea</i> BRONN. | <i>Xenophora crispa</i> KOEN. |
| <i>Raphitoma vulpecula</i> BROCC. | <i>Natica millepunctata</i> LAMK. |
| — <i>megastoma</i> BRUGN. | — <i>helicina</i> BROCC. |
| <i>Cancellaria</i> (<i>Sveltia</i>) <i>varicosa</i> BROCC. | — (<i>Neverita</i>) <i>Josephinia</i> RISSO. |
| — (<i>Calcarata</i>) <i>calcarata</i> BROCC. | <i>Scala</i> (<i>Fuscoscala</i>) <i>Turtonis</i> TURTON. |
| <i>Ancilla obsoleta</i> BRONN. | |
| <i>Marginella</i> (<i>Gibberula</i>) <i>clandestina</i> B. | <i>Leiostraca subulata</i> DONOV. |
| <i>Mitra</i> (<i>Cancilla</i>) <i>scrobiculata</i> BROCC. | <i>Turbonilla rufa</i> PHIL. |
| — <i>planicostata</i> BELL. | <i>Eulima subbrevis</i> D'ORB. |
| <i>Fusus rostratus</i> OLIV. | <i>Niso terebellum</i> CHEMN. |
| <i>Phos polygonus</i> BROCC. | <i>Danilia sublimbata</i> D'ORB. |
| <i>Nassa</i> (<i>Niotha</i>) <i>serrata</i> BROCC. | <i>Ampullotrochus granulatus</i> BORN. |
| — — <i>clathrata</i> BROCC. | var. <i>laureata</i> MAY. |
| — (<i>Iinia</i>) <i>serraticosta</i> BRONN. | <i>Calliostoma zizyphnum</i> L. |
| — (<i>Amycla</i>) <i>semistriata</i> BROCC. | <i>Tinostoma Woodi</i> HÖRN. |
| <i>Columbella</i> (<i>Macrurella</i>) <i>nassoides</i> B. | |
| — — <i>fallax</i> HORN. | <i>Dentalium sexangulum</i> (SCHRÖT) GEM. |
| et AUNG. | — <i>inaequale</i> BRONN. |
| <i>Murex torularius</i> LAMK. | — (<i>Fustiaria</i>) <i>Jani</i> HÖRN. |
| — (<i>Ocenebra</i>) <i>polymorphus</i> BROCC. | <i>Gadila gadus</i> MONTG. |
| <i>Chenopus pes pelicani</i> L. | |
| — <i>uttingerianus</i> RISSO. | <i>Ostrea edulis</i> L. |
| <i>Triforis perversus</i> L. | <i>Gryphaea cochlear</i> POLI var. |
| <i>Cerithium varicosum</i> BROCC. | — <i>pedemontana</i> MAY. |
| — <i>vulgatum</i> BRUG. | <i>Anomia ephippium</i> L. |
| <i>Vermetus</i> (<i>Petalocochus</i>) <i>intortus</i> L. | <i>Plicatula mytilina</i> PHIL. |
| — (<i>Lemithina</i>) <i>arenaria</i> L. | |

- Pecten Jacobæus* L.
Flabellipecten flabelliformis Broc.
 — *Bosniasckii* DE S. et P.

Amussium cristatum Sow.
Chlamys varia L.
 — *multistriata* POLI.
 — (*Æquipecten*) *opercularis* L.
 — — *scabrellus* Lk.
 — — *Bollenensis* M.
 — (*Manupecten*) *pes felis* L.
 — (*Flexopecten*) *flexuosus* P.
Pinna.
Modiola.
Arca (*Anadara*) *diluvii* LAMK.
 — (*Pectinarca*) *pectinata* Brocc.
Pectunculus.
Limopsis (*Pectunculina*) *anomala*
 EICH.
Nucula placentina LAMK.
 — *nucleus* L.

Leda (*Ledina*) *fragilis* CH.
 — (*Lembulus*) *PELLA* L.
Yoldia nitida Brocc.
 — *longa* BELL.
Cardita (*Glans*) *intermedia* Brocc.
 — — — var. *dentifera*
 COCC.
 — — *rhomboidea* Brocc.

Cardita (*Glans*) *rudista* LAMK.
Astarte fuscá POLI.

Cardium echinatum BRUG.
 — (*Trachycardium*) *multicos-*
tatum Broc.
Cardium (*Ringicardium*) *hians* Broc.
 — (*Parvicardium*) *papillosum* P.
Venus (*Ventricola*) *multilamella* Lk.
 — (*Clausinella*) *scalaris* BRN.
 — (*Timoclea*) *ovata* PENN.

Circe (*Gouldia*) *minima* MTG.

Macra (*Spisula*) *subtruncata* DA C.
Corbula gibba OLIV.
Panopæa Faujasi MÉN.
Lucina (*Dentilucina*) *orbicularis* DES.
Lucina (*Dentilucina*) *Meneghini* DE
 STEF. et PANT.
 — (*Myrtea*) *spinifera* MNG.

Terebratula ampulla Brocc.

 Bryozoaires.
 Polypiers (*Flabellum*, *Ceratotrochus*)
 Foraminifères.

Cette faune est identique à celle qui caractérise les riches gisements des marnes plaisanciennes du Sahel d'Alger ; je ne l'ai encore étudié que d'après les récoltes faites en quelques points et de nouvelles recherches augmenteront certainement son importance. On peut donc conclure que dans le Tell oranais, comme sur le littoral du département d'Alger, le Pliocène inférieur est représenté par le faciès bathyal de marnes bleues très fossilifères¹.

La mer plaisancienne s'est constituée un bassin très étendu vers le Sud, où ses dépôts transgressifs, très grossiers, à faune essentiellement néritique, surmontent en discordance les formations miocènes redressées ; à l'Ouest, ils empiètent notablement sur les territoires émergés pendant le Sahélien. Ces faits viennent à l'appui de l'opinion, récemment confirmée par les observations de M. L. Gentil sur le littoral marocain, que la communication

1. Ce faciès du Pliocène inférieur se poursuit vers l'Ouest jusqu'à Oran, d'après les observations de M. Doumergue. *Carte géologique de l'Algérie* à 1/50 000, feuille d'Oran.

de l'Océan avec le bassin méditerranéen s'est rétablie au début du Pliocène par l'effondrement de la chaîne qui reliait le Rif à la cordillère Bétique, donnant naissance au détroit de Gibraltar; ce dernier devait même présenter à cette époque une largeur et une profondeur beaucoup plus considérables que par la suite. Dès la fin du Plaisancien la mer est partout en régression et après l'épisode en partie lagunaire de l'Astien, la Méditerranée occidentale est définitivement constituée dans ses limites actuelles.

ASTIEN.

A cette époque, la mer n'a occupé en effet, dans l'Ouest de l'Algérie, qu'une région très voisine du littoral (fig. 3); il semble qu'elle avait déjà complètement abandonné le golfe du Chélif, où M. Brives n'a pas jugé possible de séparer deux étages dans les grès et sables pliocènes: à l'Ouest d'Oran, si les mollasses de Beni Saf sont bien plaisanciennes, on ne connaît encore rien qui puisse représenter l'Astien.

Les sédiments marins de l'Astien constituent le plateau de Mostaganem; on peut admettre, en élargissant un peu ses limites géographiques, qu'il s'étend d'Oran à l'embouchure du Chélif, en empiétant légèrement sur la rive droite de ce fleuve dans la région de Bosquet; sur l'emplacement de cette fosse profonde, où les sédiments successifs du Miocène revêtent uniformément un facies vaseux bathyal, la mer a persisté après le dépôt des marnes plaisanciennes, n'y laissant d'ailleurs que des couches essentiellement littorales, de véritables formations de plages, prélude de l'émersion définitive de la région.

Ce retrait des eaux marines s'est opéré graduellement et l'on peut en reconstituer les diverses phases. Dans les coteaux de Bel Acel, près d'Ain Tédélès, au sommet des grands ravins qui descendent vers le Chélif, partout où s'observent les marnes bleues plaisanciennes, on voit succéder à ces dernières des argiles blanchâtres très sableuses alternant avec de minces bancs de grès tendre à *Pecten Jacobæus* L., *Amussium cristatum* BRONN., *Chlamys* (*Equipecten*) *opercularis* L., Balanes, etc.; les *Ostrea edulis* L. et *O. lamellosa* Brocc. forment de véritables bancs; mais les nombreux gastropodes des assises inférieures ont complètement disparu.

Puis viennent les « grès du plateau de Mostaganem », calcaires, grossiers, souvent tendres, mollassiques; en quelques points ils débordent légèrement sur des terrains relativement anciens

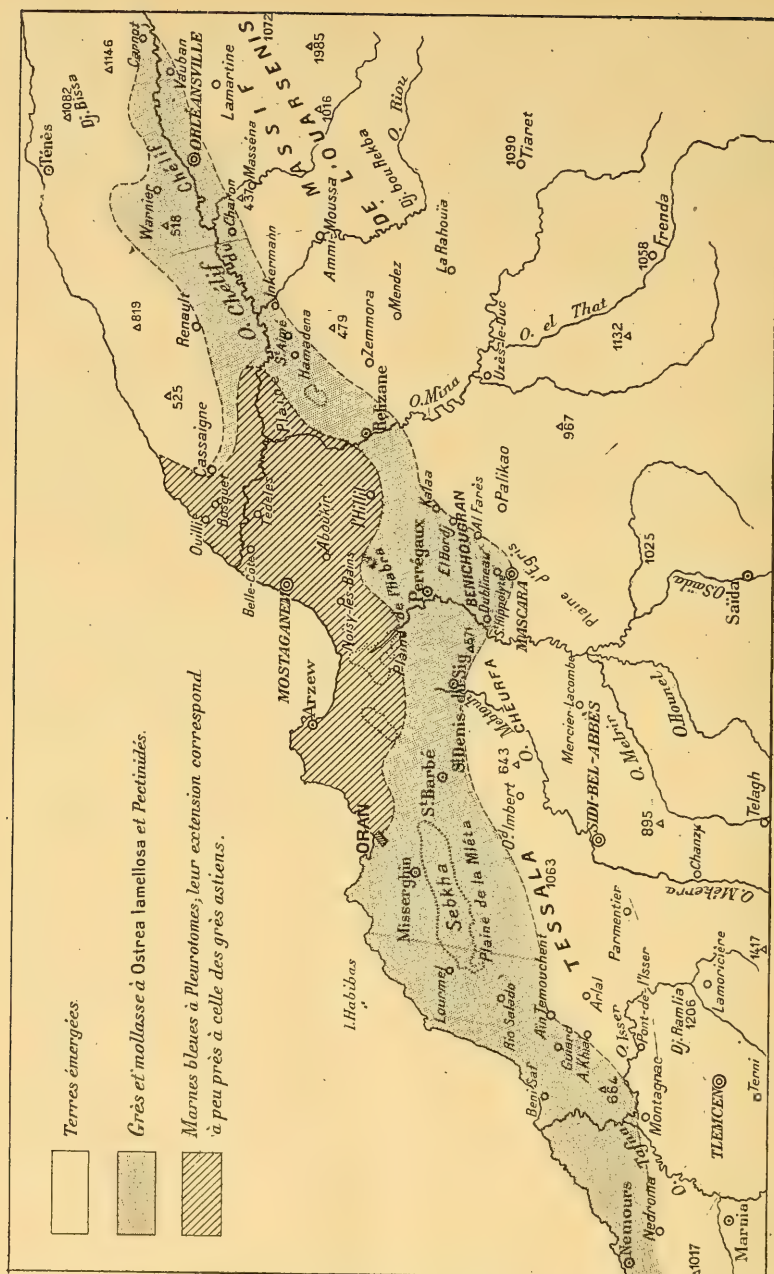


FIG. 3. — EXTENSION DE LA MER PLAISANCIENNE.

(Miocène supérieur, Trias) et débutent alors par un lit de cailloux roulés. Entre Noisy-les-Bains et Ain Sidi Cherif, l'intercalation vers la partie supérieure de ces grès d'un niveau à mollusques saumâtres indique la transformation de la plage marine en lagunes et le voisinage d'un ancien estuaire de la Macta.

Les fossiles les plus communs dans cette assise sont les suivants :

<i>Conus</i> (<i>Lithoconus</i>) <i>Mercati</i> Brocc.	<i>Chlamys</i> (<i>Æquiptecten</i>) <i>opercularis</i> L.
<i>Natica</i> .	— — <i>Bollenense</i> May.
<i>Potamides</i> <i>Basteroti</i> de Serres var.	— (<i>Manupecten</i>) <i>pes felis</i> L.
<i>africana</i> Tourn.	<i>Arca</i> (<i>Anadara</i>) <i>diluvii</i> Lamk.
<i>Cerithium vulgatum</i> Brug.	<i>Pectunculus insubricus</i> Brocc.
	<i>Cardita</i> .
<i>Ostrea edulis</i> L.	<i>Cardium tuberculatum</i> L. var. <i>mutica</i>
— — var. <i>lamellosa</i> Broc.	B. D. D.
<i>Pecten Jacobæus</i> L.	— (<i>Cerastoderma</i>) <i>edule</i> L.
— <i>intermedius</i> Monter.	<i>Meretrix</i> (<i>Amiantis</i>) <i>gigas</i> Lamk.
<i>Flabellipecten flabelliformis</i> Broc.	<i>Venus</i> (<i>Ventricola</i>) <i>multilamella</i> Lk.
— <i>Alessii</i> Philip.	— (<i>Chamelea</i>) <i>senilis</i> Brocc.
<i>Lissochlamys excisa</i> Bronn.	<i>Terebratula ampulla</i> Brocc. var.
<i>Chlamys varia</i> L.	<i>complanata</i> Broc.
— <i>multistriata</i> Poli.	

Les bancs supérieurs, couronnant le plateau, sont généralement constitués par une véritable lumachelle de coquilles brisées, notamment de *Pectunculus*.

VILLAFRANCHIEN.

On ne voit rien, dans la région, qui puisse correspondre à un étage *Calabrien*, dans l'acception qui a été récemment donnée à ce terme par M. Gignoux¹. Les dernières assises marines du plateau de Mostaganem sont constituées par les grès que je viens de décrire et qui passent sous un épais manteau de sables de désagrégation, amoncelés par le vent en cordons de dunes ; mais, en bordure des grandes plaines, on observe au-dessus du Pliocène ancien une série assez importante de couches qui ne peuvent être assimilées qu'à un faciès continental du Pliocène supérieur, c'est-à-dire au *Villafranchien*.

Bien visibles sur les rives gauches du Chélif et de la Mina, sur le flanc des coteaux de Bel Acel, cette formation se retrouve à la

1. M. GIGNOUX. Résultats généraux d'une étude des anciens rivages dans la Méditerranée occidentale. *Ann. Univ. Grenoble*, XXIII, 1911 ; travail développé dans la remarquable Thèse de doctorat du même auteur.

bordure sud de la grande plaine de la Macta, entre Sahouria et Saint-Denis-du-Sig ; elle débute par un conglomérat polygénique, véritable « poudingue fleuri », suivi de bancs de grès tendre et de lits assez épais de limons. L'ensemble offre les teintes rougeâtre et bariolée habituelles aux dépôts lagunaires ou d'alluvions ; les fossiles y sont très rares : M. Ehrmann a signalé, sur la feuille de Saint-Denis-du-Sig, des moules indéterminables d'*Helix*, *Limnea*, *Pupa* dans de petits bancs de calcaire lacustre intercalés. L'origine continentale de ce terrain est donc bien certaine.

Les conglomérats et les marnes rouges se poursuivent vers l'Est, sur la bordure nord de la plaine du Chélif, où ils ont été considérés par MM. Briyes et Ficheur comme représentant des alluvions très anciennes de ce fleuve, d'âge pliocène. Pour ma part, j'y verrai volontiers l'analogue de ces grandes plaines côtières continentales qui, dans l'Italie du Sud, représentent les dépôts de remblaiement de la fin du Pliocène.

A cette formation se rattachent les poudingues et grès de Relizane et, sans doute, les calcaires blancs de Mascara, déposés par un lac qui couvrait à cette époque toute la plaine d'Eghris ; l'effondrement postérieur de cette cuvette les a fortement redressés et même renversés.

Les assises villafranchiennes qui bordent les grandes plaines du Tell sont également disloquées et fracturées par des failles en rapport avec des roches éruptives récentes, jalonnant le pied de l'Atlas ; ces accidents sont dus aux affaissements en bloc qui ont donné naissance, à une époque peu reculée, au chapelet des « dépressions sub-littorales ».

La période pliocène se place donc dans les limites d'un nouveau cycle sédimentaire, qui débute et se clôt par d'importants mouvements tectoniques ; ses dépôts, constituant le « 3^e étage méditerranéen » sont affectés par les dislocations qui ont immédiatement précédé la période quaternaire.

Parallélismes. — Je crois utile de terminer par quelques observations sur les parallélismes que permet d'établir la classification du Néogène de l'Algérie occidentale, telle que je viens de l'exposer, avec les étages des régions classiques, notamment de la vallée du Rhône, du Piémont et du bassin de Vienne.

Miocène inférieur. — Les poudingues et les grès du Cartennien se placent, par leur faune, au niveau de la mollasse à *Pecten præscabriusculus* de la vallée du Rhône et du bassin de Vienne ;

ils correspondraient au Burdigalien supérieur du Sud-Ouest de la France, les couches qui représentent en Algérie l'horizon des faluns de Saucats et de Léognan étant encore mal définies.

L'accord est également complet sur l'équivalence des marnes dures cartenniennes avec les « marnes à Ptéropodes des Langhe » et le Schlier de la Haute-Autriche : l'analogie des quelques fossiles rencontrés dans cette assise avec ceux qui caractérisent ces formations bathyales rend cette assimilation encore plus évidente.

L'ensemble peut toujours être considéré comme constituant le « 1^{er} étage méditerranéen ».

Miocène moyen. — En n'accordant aucune valeur absolue aux dénominations usuelles, adoptées pour la commodité des descriptions, la division en deux étages de cette série correspond à celle généralement admise pour les dépôts « vindoboniens » de l'Europe occidentale et centrale.

Les poudingues et les grès à *Ostrea crassissima* et les argiles helvétiques tiennent la place des sables à *Pecten Fuschi*, des marnes à *Flabellipecten fraterculus* et *Cardita Jouanneti* de Visan, des sables à Térébratulines, *Pecten Gentoni* et *Ostrea crassissima* de la vallée moyenne du Rhône ; c'est le niveau de la mollasse marine de Saint-Gall, des grès serpentins de Turin, des couches de Grund en Autriche.

Au Tortonien, le parallélisme est remarquable avec la vallée du Rhône notamment ; on a respectivement dans les deux bassins, de haut en bas, la succession suivante :

ALGÉRIE.

3. Grès à *O. crassissima* et Hétérotégines, passant aux calcaires à *Lithothamnium*.
2. Marnes bleues fossilifères.
1. Poudingues et grès à *Flabellipecten planosculatus*.

VALLÉE DU RHÔNE.

3. Grès à *O. crassissima*.
2. Marnes de Cabrières.
1. Mollasse de Cucuron à *Flabellipecten planosculatus*.

Les marnes bleues offrent la riche faune de Tortone et des célèbres gisements de Stazzano, Sta Agatha dans l'Italie du Nord.

Dans le bassin de Vienne, c'est une assise à facies identique au calcaire à *Lithothamnium*, avec lequel il offre une notable proportion d'espèces communes, qui constitue le *Leithakalk* ; mais, après quelque hésitation sur sa situation exacte, les auteurs s'accordent à la placer, non au-dessus, mais *au-dessous* des argiles de Baden, dont la faune serait celle des marnes tortoniennes d'Italie, d'Algérie et de la vallée du Rhône. Il y a là une anomalie difficile à interpréter. Si l'on admet le synchronisme des

calcaires à *Lithothamnium* d'Algérie et du Leithakalk, qui ne semble pas douteux, c'est dans les formations diverses considérées comme de simples passages latéraux de ces derniers : marnes de Gainfahn et de Grinzing, sables de Pötzleinsdorf et d'Enzesfeld, etc. qu'il faudrait chercher la place des marnes tortoniennes ; on serait alors conduit à voir dans les argiles de Baden un véritable équivalent du Sahélien ¹.

Miocène supérieur. — Quel que soit le sort réservé par les études ultérieures à cette hypothèse séduisante, que je ne hasarde qu'avec la plus grande réserve, il faut reconnaître que la comparaison des couches marines du Sahélien d'Algérie avec les formations qui terminent le Miocène dans le reste du bassin méditerranéen est épineuse, si l'on veut entrer dans le détail. Sans aborder la question de l'équivalence du Sarmatique, représenté sans doute en Algérie par les couches à *Cerithium pictum* de Beni Saf, on peut se borner pour l'instant à admettre avec M. Depéret que le Sahélien représente un facies marin de l'étage pontien.

Cependant, il y a lieu de faire quelques réserves sur la nature « exclusivement marine » du Sahélien ; j'ai insisté sur l'importance que prennent les dépôts lagunaires dans cet étage, même au voisinage immédiat des points où il présente le facies bathyal des marnes bleues à « faune de Carnot » ; enfin, j'ai montré que le Miocène supérieur passe vers l'Ouest, dans la basse vallée de la Tafna, non à des formations de plus en plus franchement marines, comme on le pensait, mais au Pontien typique. Vers l'Ouest, le Sahélien marin n'étend pas son domaine au delà du golfe du Chélif et de ses dépendances, y compris le Sahel d'Oran ; dans la plus grande partie de l'Algérie, comme sur le pourtour de la Méditerranée, la période miocène se termine par une phase continentale bien caractérisée.

Pliocène. — La transgression qui marque le début de la période pliocène dans la vallée du Rhône, le bassin du Piémont se manifeste sur les côtes algériennes dans les mêmes conditions. Le golfe du Chélif, peu profond, s'ensable rapidement ; mais des marnes bleues à faune bathyale se forment pendant le Plaisancien

1. Les remarquables travaux paléontologiques de Hörnes, Bellardi, Sacco ont montré que les espèces du Tegel de Baden et celles du Tortonien d'Italie ne sont pas toujours identiques ; peut-être un certain nombre d'entre elles, considérées comme des formes représentatives, sont-elles en réalité des mutations.

Cette assimilation des marnes de Carnot et de Baden expliquerait l'opinion des auteurs qui, comme MM. Welsch, Repelin, Cottreau, ne veulent voir dans le Sahélien d'Algérie que du Tortonien, par suite de la similitude de sa faune avec celle de Baden.

dans la fosse comprise entre le Dahra et la chaîne littorale oranaise, comme dans le Sahel d'Alger.

Puis, c'est partout un mouvement négatif lent, mais continu, qui amène la formation de sables littoraux et de grès à Huîtres et Pectinidés; les couches à *Potamides Basteroti* se retrouvent exactement à la même place dans l'Astien rhodanien et en Algérie; des dépôts de mer relativement profonde ne continuent à se former que dans des parties plus orientales du bassin méditerranéen.

Les poudingues, les grès et les limons du Villafranchien présentent des caractères communs dans ces diverses régions.

En somme, le parallélisme des formations néogènes de l'Algérie occidentale avec celles des bassins classiques apparaît de plus en plus satisfaisant; il est certain que les divergences qui semblent exister encore sur certains points disparaîtront avec le progrès des recherches. Déjà, dès 1892¹, M. Charles Depéret, dans un premier essai de comparaison, concluait à l'identité presque complète de l'histoire géologique de l'Algérie avec celle du Sud-Est de la France et les régions voisines pendant toute la période néogène; les faits corroborent donc, dans une large mesure, l'opinion de l'éminent professeur.

1. C. DEPÉRET. Sur les formations néogènes de l'Algérie et du Sud-Est de la France. *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, (3), XX.

TABLE DES NOTES ET MÉMOIRES

CONTENUS

dans le volume **XV** du **Bulletin (1915)**.

	Pages
<i>Général de Lamothe.</i> — Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence.....	3
<i>J. Bergeron.</i> — Soufre natif dans les calcaires carbonifères (petit granite) de Soignies (Belgique).....	90
<i>A. Chudeau.</i> — Excursion géologique au Nord et à l'Est de Tombouctou.....	95
<i>Emile Haug.</i> — La Tectonique du Massif de la Sainte-Baume.....	113
<i>F. Kerforne.</i> — Étude géologique de la région silurienne de Chateaubriant (Loire-Inférieure).....	191
<i>A. Guébbard.</i> — Sur les pointements de gypse triasique de la commune d'Éoulx (Basses-Alpes).....	212
<i>J. de Morgan.</i> — Obs. sur la stratigraphie et la paléontologie du Falunien de la Touraine.....	217
<i>P. Marty.</i> — Magnolia fossile des arkoses de Ravel (Puy-de-Dôme).....	242
<i>J. de Morgan.</i> — Note sur les Mollusques brachiopodés des Faluns de la Touraine.....	260
<i>Bourgeat.</i> — Sur le soulèvement post-bathonien du Sud de la Serre.....	274
<i>L. Collot, W. Kilian et Ph. Zurcher.</i> — Obs. sur les cavités souterraines et sur l'hydrologie du massif du Mont d'Or (Jura).....	277
<i>F. Canu.</i> — Bibliographie primitive relative aux Bryozoaires.....	287
<i>F. Canu.</i> — Bibliographie paléontologique relative aux Bryozoaires du Bassin de Paris.....	293
<i>Léon Bertrand.</i> — Sur la constitution géologique des abords de la Pièce d'eau des Suisses, à Versailles.....	306
<i>F. Canu.</i> — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S. W. de la France.....	320
<i>G.-F. Dollfus.</i> — Étude sur la Molasse de l'Armagnac.....	335
<i>Jules Welsch.</i> — Les vallées pliocènes avec lignite de Bidart, Cénitz et Chabiague (Basses-Pyrénées).....	403
<i>M. Dalloni.</i> — Recherches sur la période néogène dans l'Algérie occidentale.....	428

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

du Bulletin et du Compte Rendu sommaire
des Séances de la Société géologique de France

— 4^e Série, Tome XV, Année 1915 —

*Les renvois aux pages du Bulletin sont en chiffres gras, les chiffres ordinaires
maigres se rapportent aux pages du Compte Rendu sommaire.*

A

Afrique. Voir : *Algérie, Tombouctou.*
Algérie. Recherches sur la période
néogène dans l'— occid., par M. DAL-
LONT, 136, **428** (3 fig.).

Alpes (Basses-). Présence de galets de
variolite dans les conglomérats bur-
digaliens des env. de Grenoble et le
Miocène des —, par W. KILIAN [Obs.
de E. de MARGERIE], 77. — Obs. sur
le front mérid. de la barre de Des-
tourbes (—), par A. GUÉBHARD, 122.
— Sur les pointements de gypse
triasique de la commune d'Eoulx (—),
par A. GUÉBHARD, 124, **212**. — Sur une
coupennaturelle montrant l'absence de
chevauchement de la barre occid. de
Destourbes, par A. GUÉBHARD, 134.

Alpes (Hautes-). Sur les brèches poly-
géniques de l'Eogène du Briançon-
nais, par W. KILIAN, 38.

Alpes-Maritimes. Voir : *Provence.*

Alsace. Géol. du Hartmannswiller-
Kopf, par G.-F. DOLLFUS, 62.

Amérique. Les Orbitoïdes en —, par
H. DOUVILLÉ, 109. — Les couches à
Orbitoïdes de l'isthme de Panama.
H. DOUVILLÉ, 129.

Aquitainien. Les Bryozoaires fossiles
des terrains du S. W. de la France.
par F. CANU, 93, **320** (pl. III-IV). —
Etude sur la Mollasse de l'Arma-
gnac, par G.-F. DOLLFUS, **335** (25 fig.,
pl. V-VI).

ARGAND (Emile). Correspondance, 7.

Asie. Voir : *Sumatra.*

AUBERT (Francis). Nécrologie, 25.

Auteuil. Voir : *Paris.*

B

Bajocien. Sur la limite du — et du Ba-
thonien et sur l'étage vésulien, par
A. DE GROSSOURE [Obs. de M. LIS-
SAJOURS, 132], 113.

Bathonien. Sur les soulèvements post-
—s du Sud de la Serre, par BOUR-
GEAT, 79, **274** (4 fig.).

Beauce. Limite des calc. lacustres de
la — et de l'Orléanais, par G.-F.
DOLLFUS [Obs. de G. RAMOND], 8.

Belgique. Soufre natif dans les calc.
carbonifères de Soignies (—), par G.
BERGERON, 90.

BERGERON (Jules). Soufre natif dans les
calcaires carbonifères (petit granite)
de Soignies (Belgique), 90.

BERRY (Edw.-W.). Correspondance,
33.

BERTRAND (Léon). Lauréat du prix Prest-
wich, 46. — Rapport sur l'attrib. du
prix Prestwich à M. —, par E. DE
MARGERIE, 46. — Remerciements.
54. — Sur la constitution géol. des
abords de la Pièce d'eau des Suisses,
à Versailles, 69, 132, **306** (3 fig.). —
Prés. d'ouv., 105.

BEUGNOT. Nécrologie, 65.

Bidart. Les vallées pliocènes avec

- lignite de —, Cénitz et Chabiagne (B.-P.), par J. WELSCH, 12, 403 (5 fig., pl. vii).
- BIOCHE. Don d'ouvrages à la Bibliothèque, 126.
- Bibliographie.* — du Massif de la Sainte-Baume, par E. HAUG, 116. — primitive relative aux Bryozoaires, par F. CANU, 92, 287. — pal. relative aux Bryozoaires du Bassin de Paris, par F. CANU, 92, 293.
- BLANC (René). Nécrologie, 42.
- BOGDANOWITCH (Charles). Correspondance, 58.
- Bos d'Arros.* L'Eocène inf. de —, par H. DOUVILLÉ [Obs. de CAYEUX]. 91.
- BOUBÉE (Ernest). Nécrologie, 80.
- BOURGEAT (Abbé). Sur le soulèvement post-bathonien du Sud de la Serre, 79, 274 (4 fig.).
- Brachiopodes.* Note sur les Mollusques — des faluns de la Touraine, par J. DE MORGAN, 64, 260 (64 fig.).
- BRETON (Jean). Nécrologie, 17, 42.
- Briançonnais.* Sur les brèches polygéniques de l'Eogène du —, par W. KILIAN, 38.
- Bryozoaires.* Le système hydrostatique des — Chilostomes, par F. CANU, 21. — Bibl. primitive relative aux —, par F. CANU, 92, 287. — Bibl. pal. relative aux — du Bassin de Paris, par F. CANU, 92, 293. — Les fossiles des terrains du S.W. de la France. Aquitanien, par F. CANU, 93, 320 (pl. III-IV).
- Burdigalien.* Présence de galets de variolite dans les conglomérats —s, des env. de Grenoble et le Miocène des Basses-Alpes, par W. KILIAN [Obs. de E. de MARGERIE], 77.
- Bureau de la Société, son élection, 1.
- C**
- CANU (F.). Le système hydrostatique zoarial des Bryozoaires chilostomes, 21. — Prés. d'ouvr., 77. — Bibl. pal. relative aux Bryozoaires du Bassin de Paris, 92, 293. — Bibl. primitive relative aux Bryozoaires, 92, 287. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du S.W. de la France; Aquitanien, 93, 320 (pl. III-IV).
- Carbonifère.* Soufre natif dans les calcaires — (petit granite) de Soignies (Belgique), par J. BERGERON, 90.
- CARTES. Carte des nappes principales des terrasses du Rhône et de l'Isère au voisinage de Valence, par le général de LAMOTHE, 1/80 000, pl. I. — Esquisse géol. du Sahara au N. de Tombouctou, par R. CHUDEAU, 1/6 000 000, 110. — Esquisse géol. de la terminaison occid. de la chaîne de la Sainte-Baume, par E. HAUG, 1/25 000, 143. — Esquisse géol. des collines au S. de Nans, par E. HAUG, 1/20 000, 150. — Esquisse tectonique des env. de la Sainte-Baume, par E. HAUG, 1/80 000, pl. II. — Croquis topographique du vallon de Charenton, près Pont-Levoy, par J. DE MORGAN, 218. — Fragment du plus ancien plan du domaine royal de Versailles, 307. — Plan des abords de la pièce d'eau des Suisses, à Versailles, par L. BERTRAND, 310. — Extension max. des mers néogènes (Miocène moy.) en Algérie occid., par M. DALLONI, 435. — Extension de la mer plaisancienne en Algérie occ., par M. DALLONI, 452. — Extension de la mer sahélienne en Algérie occ., par M. DALLONI, 446.
- CAYEUX. Obs. au sujet de l'association des Rudistes et des Nummulites, 92.
- Cénitz.* Les vallées pliocènes avec lignite de Ridart, — et Chabiagne (B.-P.), par J. WELSCH, 18, 403 (5 fig., pl. vii).
- Chama.* Sur l'appareil cardinal des —, par H. DOUVILLÉ, 74.
- Châteaubriant.* — Etude géol. de la région silurienne de — (Loire-Inf.), par E. KERFORNE, 18, 191 [3 fig.].
- CHAUTARD (Jean). Prés. d'ouvr., 70.
- CHEUX (Albert). Nécrologie, 45.
- CHOFFAT (Paul). Correspondance, 66.
- CHUDEAU (René). Exc. géol. au N. et à l'E. de Tombouctou, 18, 95 [9 fig., 1 carte].
- COLLOT (Louis). Nécrologie, 101.
- COLLOT et KILIAN (ZURCHER). Obs. sur les cavités souterraines et l'hydrologie du Massif du Mont d'Or (Jura) [Obs. de E. FOURNIER, 114], 88, 131, 277 (4 fig.).
- COMBES (Paul). Prés. d'ouvr., 109.
- Commissions* de la Société. Leur composition, 1.
- COMMONT. Prés. d'ouvr., 88.
- Congéries.* Les Myoconques et les —, par H. DOUVILLÉ, 73.
- Conseil* de la Société, sa composition, 1.

- Corse*. Les couches à *Strombus* (Quaternaire marin) dans la prov. de Rome et sur la côte orientale de la —, par M. GIGNOUX, 111.
- COSSMANN (Maurice). Allocution, 4. — Observations, 11. — Prés. d'ouvr., 87, 118.
- COUFFON (Olivier). Prés. d'ouvr., 107.
- Crétacé*. Exc. géol. au N. et à l'E. de Tombouctou, par R. CHUDEAU, 18. — Les premiers *Lapeirousia*, par H. DOUVILLÉ (1 fig.), 25. — Les couches à Lépidocyclines de Sumatra, par H. DOUVILLÉ, 36. — Le — en Grèce, par Ph. NÉGRIS et C. KTÉNAS, 64.
- D**
- DAL PIAZ (G.). Correspondance, 19.
- DALLONI (M.). Recherches sur la période néogène dans l'Algérie occid., 136, 428 (3 fig.).
- DASSE (Joseph). Prés. d'ouvr., 109.
- DELAIRE (Alexis). Nécrologie, 101.
- DEPÉRET (Charles). Rapport sur l'attrib. du prix Fontannes à M. M. GIGNOUX, 54.
- Destourbes*. Obs. sur le front mérid. de la barre de — (B.-A.), par A. GUÉBHARD, 122. — Sur une coupe actuelle montrant l'absence de chevauchement de la barre occid. de —, par A. GUÉBHARD, 134.
- DOLLFUS (G.-F.). Limites des calc. lacustres de la Beauce et de l'Orléanais [Obs. de G. RAMOND], 8. — Le tréfonds de la Sologne, 27. — Prés. d'ouvr., 33, 107, 117. — Géol. du Hartmannswiller-Kopf, 62. — Recherches sur l'*Ostrea gingsensis* et son groupe, 82. — Discours aux obsèques de G. VASSEUR, 102. — Etude sur la molasse de l'Armagnac, par G.-F. DOLLFUS, 335 25 fig., pl. v-vi).
- DOLLOT (A.). Profil géologique du Ch. de fer métrop., ligne circulaire sud (nos 2 et 6), 34. — Profil géol. et coupes du Ch. de fer électrique souterrain N. S. de Paris, 59. — Les sables d'Auteuil et les Eaux minérales d'Auteuil et de Passy [Obs. de G. RAMOND], 67. — Le Ch. de fer de Ceinture, de la gare Saint-Lazare à Courcelles-Ceinture [Obs. de G. RAMOND], 71. — Le Ch. de fer de Ceinture entre « Courcelles-Levallois » et l'av. Henri-Martin, etc. [Obs. de G. RAMOND], 85. — Les plâtrières de Gargan, à Livry et Vaujours (S.-et-O.) au N.E. de Paris, 93.
- Doubs*. Obs. sur les cavités souterraines et sur l'hydrologie du massif du Mont d'Or, par ZUCHER, COLLOT et KILIAN [Obs. de E. FOURNIER, 114], 88, 131, 277 (4 fig.).
- DOUVILLÉ (Henri). Les premiers *Lapeirousia* (1 fig.), 25. — Les couches à Lépidocyclines de Sumatra, d'après les explorations du Dr Tobler, 36. — Les Myoconques et les Congéries, 73. — Sur l'appareil cardinal des *Chama*, 74. — L'évolution du ligament chez les Lamellibranches, 80. — L'Éocène inf. de Bos d'Arros [Obs. de CAYEUX], 91. — Les Orbitoïdés en Amérique, 109. — Sur l'embryon des Orbitoïdés, 118. — Prés. de notes sur les Orbitoïdés, 127. — Les couches à Orbitoïdes de l'isthme du Panama, 129.
- DOUVILLÉ (Robert). Nécrologie, 17, 39.
- Drôme*. Les anciennes nappes alluviales et les terrains du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence (5), par le général de LAMOTHE, 3 (6 fig., pl. 1).
- DUVERGIER DE HAURANNE. Nécrologie 44.
- E**
- Eaux minérales*. Voir : Paris.
- Eocène*. L'— inf. de Bos d'Arros, par H. DOUVILLÉ [Obs. de CAYEUX], 91.
- Eogène*. Sur les brèches polygéniques de l'— du Briançonnais, par W. KILIAN, 38.
- Eoulx*. Sur les pointements triasiques de la commune d'— (B.-A.), par A. GUÉBHARD, 124, 242.
- Eruptif*. Exc. géol. au N. et à l'E. de Tombouctou, par R. CHUDEAU, 18.
- Exogyres*. Au sujet de l'évolution des —, par E. JOURDY, 120.
- F**
- Falunien*. Obs. sur la stratigr. et la pal. du — de la Touraine, par J. de MORGAN, 39, 247 [76 fig., 1 carte]. — Note sur les Mollusques brachiopodes des faluns de la Touraine, par J. de MORGAN, 64, 260 (64 fig.).
- FAURA Y SANS. Prés. d'ouvr., 77.
- Foraminifères*. Voir : *Nummulites*, *Orbitoïdés*.

FOURNIER (E.). L'Hydrologie souterraine du Mont d'Or (Doubs) [Obs. de COLLOT, KILIAN et ZURCHER, 88, 131, 277] 4 fig.]

G

Gargan. Les plâtrières de —, à Livry et Vaujours, par A. DOLLOT, 93.

Géographie physique. L'érosion alvéolaire dans l'espace et dans le temps, par Ph. NÉGRIS, 15. — Les anciennes nappes alluviales et les terrains du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence, par le général de LAMOTHE, 3 (6 fig., pl. 1).

GEORGE (Henri-Ch.-Eug.). Nécrologie, 65.

Gers. Etude sur la molasse de l'Armagnac, par G. J. DOLLFUS, 335 (25 fig., pl. v-vi).

GÉSINCOURT (DESPREZ DE). Nécrologie, 79.

GIGNOUX (Maurice). Sur la découverte des couches quaternaires à *Strombus bubonius* LAMK. en Sardaigne, 12. — Lauréat du prix Fontannes, 46. — Rapp. sur l'attrib. du prix Fontannes à M. —, par Ch. DEPÉRET, 54. — Remerciements, 57. — Les couches à Strombes (Quaternaire marin), dans la prov. de Rome et sur la côte orientale de la Corse, 111.

Glaciaire. — des Pyrénées orientales, par O. MENGEL, 13.

Grèce. Le Crétacé en —, par Ph. NÉGRIS et C. KTÉNAS, 64.

Voir : *Siphnos*.

Grenoble. Présence de galets de variolite dans les conglomérats burdigaliens des env. de — et le Miocène des Basses-Alpes, par W. KILIAN [Obs. de E. DE MARGERIE], 77.

GROSSOUVRE (A. DE). Sur la limite du Bajocien et du Bathonien et sur l'étage vésulien [Obs. de M. LISSAJOUS, 132], 113.

GUÉNARD (Adrien). Un signe diagnostique des affleurements normaux ou intrusifs du gypse triasique, 22. — Découverte de deux lambeaux de Miocène lacustre sur la commune de Seillans (Var), 95. — Rôle du gypse à la base du Trias sup., 96. — Obs. sur le front mérid. de la barre de Destourbes (Basses-Alpes), 122. — Sur les pointements de gypse triasique de la commune d'Eoulx (B.-A.), 124, 212. — Sur une coupe naturelle

montrant l'absence de chevauchement de la barre occidentale de Destourbes, 134.

Guerre (Chronique de la). Allocution de M. THEVENIN, 2. — Allocution de M. COSSMANN, 6. — Lettre du Commt ZEIL, 7. — Lettre de E.-A. RITTER, 7. — Lettre de ARGAND, 7. — Morts au champ d'honneur, 16, 39 et sq., 65, 119, 120. — Blessés et prisonniers, 17, 33, 65, 79, 87. — Lettre de MERMIER, 17. — Lettre de E.-A. RITTER, 19. — Lettre de G. DAL PIAZ, 19. — Lettre de E. W. BERRY, 33. — Prés. d'ouvr., par M. G.-F. DOLLFUS, 33. — Discours de M. THEVENIN à la séance générale annuelle, 39. — Lettre du Ministre des Sciences et des Arts de Belgique, 58. — Lettre de M. Ch. BOGDANOWITCH, 58. — Lettre de M. CHOFFAT, 66. — Don de M. O. BARRÉ, 80. — Lettre de Henri AMI, 87. — Lettre de Ph. NÉGRIS, 104. — Obs. du Général Jourdy, 121, 125.

GUILBERT (Louis). Nécrologie, 101.

H

HARLÉ (Edouard). Prés. d'ouvr., 120.

Hartmannswiller-Kopf. Géol. du —, par J.-F. DOLLFUS, 62.

HAUG (Emile). Prés. d'ouvr., 66, 118. — La tectonique du massif de la Sainte-Baume, 95, 113 [1 fig., 2 cartes, pl. II].

Hydrologie. Voir : Jura.

I

Isère. Présence de galets de variolite dans les conglomérats burdigaliens des env. de Grenoble et le Miocène des Basses-Alpes, par W. KILIAN [Obs. de E. DE MARGERIE], 77. — Les anciennes nappes alluviales et les terrains du Rhône et de l'—, dans la région de Valence, par le général de LAMOTHE (6 fig., pl. 1) 3.

Italie. Les couches à Strombes (Quaternaire marin) dans la prov. de Rome et sur la côte orientale de la Corse, par M. GIGNOUX, 111.

Voir : *Sardaigne*.

J

Jourdy (Général). Au sujet de l'évolution des Excgyres, 120. — Prés. d'ouvr., 125.

Jura. Sur le soulèvement post-bathonien du Sud de la Serre, par Bourgeat, 79, 274 (4 fig.). — Obs. sur les cavités souterraines et sur l'hydrologie du massif du Mont d'Or (—), par Zurcher, Collot et Kilian [Obs. de E. Fournier, 114], 88, 131, 277 (4 fig.).
Jurassique. Voir: *Bajocien*, *Bathonien*.

K

KERFORNE (F.). Etude géol. de la région silurienne de Châteaubriant (Loire-Inf.), 18, 191 (3 fig.).
KILIAN (W.). Sur les brèches polygéniques de l'Eogène du Briançonnais, 38. — Présence de galets de variolite dans les conglomérats burdigaliens des env. de Grenoble et le Miocène des Basses-Alpes [Obs. de Em. de Margerie], 77. — Prés. d'ouvr., 106.
KILIAN (Zurcher, Collot et). Obs. sur les cavités souterraines et sur l'hydrologie du massif du Mont d'Or (Jura) [Obs. de E. Fournier, 114], 88, 131, 277 (4 fig.).
KTENAS (Ph. Négis et C.). Le Crétacé en Grèce, 64.

L

LACROIX (A.). Prés. d'ouvr., 19.
LAMOTHE (général de). Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence, 3 (fig., pl. 1).
LANQUINE (Antonin). Prés. d'ouvr., 105, 106, 107.
Lapeirousia. Les premiers —, par Henri Douvillé (1 fig.), 25.
Lépidocyclines. Les couches à — de Sumatra, par H. Douvillé, 36.
Lignite. Les vallées pliocènes avec — de Bidart, Cenitz et Chabiague (B.-P.), par J. Welsch, 18, 403 (3 fig., pl. vii).
LISSAJOUS (M.). Sur la limite du Bajocien et du Bathonien et sur l'étage vésulien [à propos d'une note de M. de Grossouvre], 132.
Livry. Les plâtrières de Gargan, à — et Vaujours, par A. Dollot, 93.
Loire (Indre-et-). Voir: *Touraine*.
Loire-Inférieure. Etude géol. de la région silurienne de Châteaubriant (—), par F. Kerforne, 18, 191 (fig.) 3.

20 décembre 1916.

LONGCHAMRON. Prés. d'ouvr., 105.
Lune. Application de la théorie volcanique à l'interprétation de la surface lunaire, par Stanislas Meunier, 11.

M

MARGERIE (Emm. de). Correspondance, prés. d'ouvr., 7, 8. — Rapp. sur l'attrib. du Prix Prestwich à M. L. Bertrand, 46. — Obs. à propos du Miocène des Alpes, 78. — Prés. d'ouvr., 103.
MARTY (Pierre). *Magnolia* fossile des arkoses de Ravel (Puy-de-Dôme), 79, 242 (18 fig.).
MAURY. Prés. d'ouvr., 105.
Méditerranée. Voir: *Corse*, *Sardaigne*, *Siphnos*.
MENGEL (Octave). *Glaciaire des Pyrénées-Orientales*, 13.
MERMIER. Correspondance, 17.
Métropolitain. Profil géol. du Ch. de fer —, ligne circ. S. (n° 2 et 6), par A. Dollot, 34. — Profil géol. et coupes du Ch. de fer électrique N. S. de Paris, par A. Dollot, 59. — Le Ch. de fer de Ceinture de la gare Saint-Lazare à Courcelles-Ceinture [Obs. de G. Ramond], par A. Dollot, 71. — Le Ch. de fer de Ceinture entre « Courcelles-Levallois » et l'av. Henri-Martin, etc., par A. Dollot [Obs. de G. Ramond], 85.
MEUNIER (Stanislas). Application de la théorie volcanique à l'interprétation de la surface lunaire, 4.
Miocène. Limites des calc. lacustres de la Beauce et de l'Orléanais, par G.-F. Dollfus [Obs. de G. Ramond], 8. — Présence de galets de variolite dans les conglomérats burdigaliens des env. de Grenoble et le — des Basses-Alpes, par W. Kilian [Obs. de E. de Margerie], 77. — Découverte de deux lambeaux de — lacustre sur la commune de Seillans (Var), par A. Guéhard, 95.
Molasse. Etude sur la — de l'Armagnac, par G.-F. Dollfus, 335 (25 fig., pl. v-vi).
Montferrat (Var). Rôle du gypse à la base du Trias sup., par A. Guéhard, 96.
MORGAN (J. de). Obs. sur la stratigr. et la paléont. du Falunien de la Touraine, 39, 217 (76 fig., 1 carte). — Note sur les Mollusques brachiopodes des Bull. Soc. géol. de Fr., XV. — 30.

faluns de la Touraine, 64, 260 (64 fig.).
 MORIN (Maurice). Nécrologie, 44.
 MOUREAU (Abbé). Nécrologie, 44.
 Myoconques. Les — et les Congéries,
 par H. DOUVILLÉ, 73.

N

NÉGRIS (Phocion). L'érosion alvéolaire
 dans l'espace et dans le temps, 15. —
 Prés. d'ouv., 58, 104.

Nécrologie. DOUVILLÉ (Robert), 17, 39.
 — BRETON (Jean), 17, 42. — ROMEU
 (Albert DE), 17. — ROTHWELL (R.-P.),
 17. — MICHEL-LÉVY (Auguste), 19. —
 AUBERT (Francis), 25. — BLANG (René),
 42. — VAILLANT (Léon), 42. — MOU-
 REAU (Abbé), 44. — DUVERGIER DE
 HAURANNE, 44. — MORIN (Maurice),
 44. — CHEUX (Albert), 45. — BEUGNOT,
 65. — RIGAU (Ed.), 65. — GEORGE
 (H.-Ch.-Eug.), 65. — DESPREZ DE GÉ-
 SIN COURT, 79. — BOUBÉE (Ernest), 80.
 — GUILBERT (Louis), 101. — DELAIRE
 (Alexis), 101. — COLLOT (Louis), 101.
 — VASSEUR (Gaston), 101. — LAMOTHE
 (René DE), 119. — ZEILLER (René), 119.
 — COLLARD (Maurice), 120. — TESSIER
 (Marcel), 120.

NÉGRIS (Ph.) et C. KENAS. Le Crétacé
 en Grèce, 64.

Néogène. Recherches sur la période —
 dans l'Algérie occid., par M. DALLO-
 NT, 136, 429 (3 fig.).

Nummulites. L'Eocène inf. de Bos
 d'Arros, par H. DOUVILLÉ [Obs. de
 BATEUX], 91.

O

Océanie. Voir : Sumatra.

Oligocène. Limites des calc. lacustres
 de la Beauce et de l'Orléanais, par
 G.-F. DOLLFUS [Obs. de G. RAMOND],
 8.

Or (Mont d'). Voir : Jura.

Orbitoïdes. Les — en Amérique, par H.
 DOUVILLÉ, 107. — Sur l'embryon des
 Orbitoïdes, par H. DOUVILLÉ, 118. —
 Notes sur les Orbitoïdes, par H.
 DOUVILLÉ, 127. — Les couches à
 Orbitoïdes de l'isthme de Panama,
 par H. DOUVILLÉ, 129.

Orléanais. Limites des calc. lacustres
 de la Beauce et de l'—, par G.-F.
 DOLLFUS [Obs. de G. RAMOND].

ORMIGNY (v'). Bryozoaires fossiles du
 B. de Paris de la Coll. —, au Muséum
 de Paris, par F. CANU, 92, 296.

P

Paléontologie. Les vallées pliocènes
 avec lignite de Bidart, Cénitz et Cha-
 biague (B.-P.), par J. WELSCH, Flore,
 par C. REID et E. M. REID, 18, 403 (5
 fig., pl. VII). — Le système hydro-
 statique des Bryozoaires Chilostomes,
 par F. CANU, 21. — Les premiers La-
 peirousia, par H. DOUVILLÉ (1 fig.),
 25. — Obs. sur la stratigr. et la pal.
 du Falunien de la Touraine, par J.
 DE MORGAN, 39, 247 (76 fig., 1 carte). —
 Note sur les Mollusques brachiopodes
 des faluns de la Touraine, par J. DE
 MORGAN, 64 (64 fig.), 260. — Les Myo-
 conques et les Congéries, par H. DOU-
 VILLÉ, 73. — Sur l'appareil cardinal
 des Chama, par H. DOUVILLÉ, 74. —
 Magnolia fossile des arkoses de Ra-
 vel (Puy-de-Dôme), par P. MARTY,
 79, 242 (18 fig.). — L'évolution du liga-
 ment chez les Lamellibranches, par
 H. DOUVILLÉ, 80. — Recherches sur
 l'*Ostrea gingensis* et son groupe, par
 G.-F. DOLLFUS, 82. — Bibl. primitive
 relative aux Bryozoaires, par F. CA-
 NU, 92, 287. — Bibl. pal. relative aux
 Bryozoaires du Bassin de Paris, par
 F. CANU, 92, 293. — Les Bryozoaires
 fossiles des terrains du S.W. de la
 France; Aquitanien, par F. CANU, 93,
 320 (pl. III-IV). — Sur l'embryon des
 Orbitoïdes, par H. DOUVILLÉ, 118. —
 Au sujet de l'évolution des Exogyres,
 par E. JOURDY, 120. — Notes sur les
 Orbitoïdes, par H. DOUVILLÉ, 127. —
 Etude sur la molasse de l'Armagnac,
 par G.-F. DOLLFUS, 335 (25 fig., pl. v-
 VI).

PALLARY (P.). Prés. d'ouv., 107.

Panama (Isthme de). Voir : Amérique.

Paris. Profil géol. du Ch. de fer métro.,
 ligne circ. S. (nos 2 et 6), par A. DOL-
 LOT, 34. — Profil géol. et coupes du
 Chemin de fer électrique souterrain
 N.S. de —, par A. DOLLLOT, 59. — Les
 Sables d'Auteuil et les Eaux minérales
 d'Auteuil et de Passy, par A. DOLLLOT
 [Obs. de G. RAMOND], 67. — Le Ch. de
 fer de Ceinture de la gare St-Lazare à
 Courcelles-Ceinture [Obs. de G. RA-
 MOND], par A. DOLLLOT, 71. — Le Ch.
 de fer de Ceinture entre Courcelles-
 Levallois et l'av. Henri-Martin, etc.,
 par A. DOLLLOT [Obs. de G. RAMOND],
 85.

Paris (Bassin de). Le tréfonds de la So-
 logne, par G.-F. DOLLFUS, 27. — Bibl.

pal. relative aux Bryozoaires du —, par F. CANU, 92, 293. — Sur la constitution géol. des abords de la Pièce d'eau des Suisses, à Versailles, par LÉON BERTRAND, 69, 132, 306 (3 fig.).
Passy. Voir : *Paris*.
 PENNETIER (Georges). Prés. d'ouv., 67.
 PETITCLERC (Paul). Prés. d'ouv., 128.
Pétrographie. Soufre natif dans les calcaires carbonifères (petit granite) de Soignies (Belgique), par J. BERGERON, 90.
Pliocène. Les vallées —s avec lignite de Bidart, Cénitz et Chabiague (B.-Pyr.), par J. WELSCH, 18, 403 (5 fig., pl. vii).
Primaire. Voir *Silurien*, *Carbonifère*.
Provence. La tectonique du massif de la Sainte-Baume, par E. HAUG, 95 113 (1 fig., 2 cartes, pl. ii).
Prix. Attribution des —, 45.
Puy-de-Dôme. Magnolia fossile des arkoses de Ravel (—), par P. MARTY, 79, (242 18 fig.).
Pyénées-Orientales. Glaciaire des —, par O. MENGEL, 13.
Pyénées (Basses-). Les vallées pliocènes avec lignite de Bidart, Cénitz et Chabiague (—), par J. WELSCH, 18, 403 (5 fig., pl. vii).

Q

Quaternaire. Sur la découverte des couches —s à *Strombus bubonius* LAMK., en Sardaigne, par M. GIGNOUX, 12. — Les couches à *Strombes* (— marin) dans la prov. de Rome et sur la côte orientale de la Corse, par M. GIGNOUX, 111.

R

RAMOND (G.). Observ. à propos des calc. de l'Orléanais, 11. — Obs. à propos des tranchées de Ch. de fer de Ceinture de Paris, 72, 86.
Ravel. Magnolia fossile des arkoses de — (P.-de-Dôme), par E. MARTY, 79, 242 (18 fig.).
 REID (Cl. et E.-M.). La flore pliocène de Bidart et Cénitz (B.-P.), [traduction de J. WELSCH], 420 (pl. vii).
Rhône. Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du — et de l'Isère dans la région de Valence, par le général DE LAMOTHE, 3 (6 fig., pl. i).
 RIGAUD (Edmond). Nécrologie, 65.
 RITTER (E.-A.). Correspondance, 7, 19.
Rome. Voir : *Italie*.
 ROMEU (Albert DE). Nécrologie, 17.

ROTHWELL (R.-P.). Nécrologie, 17.
Rudistes. Les premiers *Lapeirousia*, par H. DOUVILLÉ (1 fig.), 25. — Sur l'appareil cardinal des *Chama*, par H. DOUVILLÉ, 74. — L'Éocène inf. de Bois d'Arros, par H. DOUVILLÉ [Obs. de CAYEUX], 91.

S

Sahara. Voir : *Soudan*.
Sainte-Baume (Massif de la). La tectonique du —, par E. HAUG, 95, 113 (1 fig., 2 cartes, pl. ii).
Sardaigne. Sur la découverte des couches quaternaires à *Strombus bubonius* LAMK., en —, 12.
Secondaire. Voir : *Bajocien*, *Trias*.
Seillans. Découverte de deux lambeaux de Miocène lacustre sur la commune de — (Var), par A. GUÉBHARD, 95.
Seine-et-Oise. Sur la constitution géol. des abords de la Pièce d'eau des Suisses, à Versailles, par LÉON BERTRAND, 69, 132, 306 (3 fig.). — Les plâtrières de Gargan, à Livry et Vaujours (—), par A. DOLLOT, 93.
Serre (La). Sur le soulèvement post-bathonien du Sud de —, par BOURGEAT, 79, 274 (4 fig.).
Silurien. Etude géol. de la région —ne de Châteaubriant (Loire-Inf.), par F. KERFORNE, 18, 191 (3 fig.).
Siphnos. L'érosion alvéolaire dans l'espace et dans le temps, par Ph. NÉGRIS, 15.
Soignies. Soufre natif dans les calc. carbonifères de — (Belgique), par J. BERGERON, 90.
Sologne. Le tréfonds de la —, par G.-F. DOLLFUS, 27.
Soudan. Exc. géol. au N. et à l'E. de Tombouctou, par René CHUDEAU, 18, 95 (9 fig., 2 cartes).
Soufre natif dans les calc. carbonifères (petit granite) de Soignies (Belgique), par J. BERGERON, 90.
Spéléologie. Voir : *Jura*.
Stampien. Magnolia fossile des arkoses de Ravel (P.-de-Dôme), par P. MARTY, 79, 242 (18 fig.).
 STUART-MENTEATH (P.-W.). Prés. d'ouv., 115.
Sumatra. Les couches à *Lépidocyclines* de —, par H. DOUVILLÉ, 36.

T

Tectonique. Rôle du gypse à la base du Trias sup., par A. GUÉBHARD, 96.

— Obs. sur le front mérid. de la barre de Destourbes (B.-A.), par A. GUÉBHARD, 122. — Sur une coupe naturelle montrant l'absence de chevauchement de la barre occidentale de Destourbes, par A. GUÉBHARD, 134. — La — du massif de la Sainte-Baume, par E. HAUG, 95, 113 (1 fig., 2 cartes, pl. II).

Terrasses. Les anciennes nappes alluviales et les — du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence, par le général DE LAMOTHE, 3 (6 fig., pl. I).

Tertiaire. Le tréfonds de la Sologne, par G.-F. DOLLFUS, 27. — Les couches à Lépidocyclines de Sumatra, par H. DOUVILLÉ, 36. — Les Sables d'Auteuil et les eaux minérales d'Auteuil et de Passy [Obs. de G. RAMOND], 67. — Sur la constitution géol. des abords de la Pièce d'eau des Suisses, à Versailles, par LÉON BERTRAND, 69, 132, 306 (3 fig.). — Recherches sur l'*Ostrea gingensis* et son groupe, par G.-F. DOLLFUS, 82. — Les plâtrières de Gargan, à Livry et Vaujours (S.-et-O.), par A. DOLLOT, 93. — Les Orbitoïdés en Amérique, par H. DOUVILLÉ, 109. — Les couches à Orbitoïdes de l'isthme de Panama, par H. DOUVILLÉ, 129.

Voir: *Aquitanien, Éogène, Falunien, Miocène, Néogène, Oligocène, Pliocène, Paris, Stampien, Terrasses.*

THEVENIN (Armand). Allocutions, 2, 39.

Tombouctou. Exc. géol. au N. et à l'E. de —, par R. CHUDEAU, 18, 95 (9 fig., 1 carte).

Touraine. Obs. sur la stratigr. et la pal. du Falunien de la —, par J. DE MORGAN, 39, 217 (76 fig., 1 carte). — Note sur les Mollusques brachiopodes des faluns de la —, par J. DE MORGAN, 64 (64 fig.), 260.

Trias. Un signe diagnostic des affleurements nouveaux ou intrusifs du gypse —ique, par A. GUÉBHARD, 22. — Rôle du gypse à la base du — sup., par A. GUÉBHARD, 96. — Sur les pointements du gypse —ique de la commune

d'Eoulx (Basses-Alpes), 124, 212. *Tunnels.* Voir : *Jura, Métropolitain*

V

VAILLANT (Léon). Nécrologie, 42.

Valence. Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du Rhône et de l'Isère dans la région de —, par le général DE LAMOTHE, 3 (6 fig., pl. I).

VALETTE (Aurélien). Prés. d'ouvr., 66, 109.

Var. Un signe diagnostic des affleurements normaux ou intrusifs du gypse triasique, par A. GUÉBHARD, 22. — Découverte des deux lambeaux de Miocène lacustre sur la commune de Seillans (—), par A. GUÉBHARD, 95. — Rôle du gypse de la base du Trias sup., par A. GUÉBHARD, 96.

VASSEUR (Gaston). Nécrologie, 101.

Vaujours. Les plâtrières de Gargan, à Livry et —, par A. DOLLOT, 93.

Versailles. Sur la constitution géol. des abords de la Pièce d'eau des Suisses, —, par LÉON BERTRAND, 69, 132, 306 (3 fig.).

Vésulien. Sur la limite du Bajocien et du Bathonien et sur l'étage —, par A. DE GROSSOUVRE [Obs. de M. LISSAJOUS, 132], 113.

Volcansime. Application de la théorie volcanique à l'interprétation de la surface lunaire, par Stanislas MEUNIER, 11.

W

WELSCH (Jules). Les vallées pliocènes avec lignite, de Bidart, Cénitz et Chabiague (Basses-Pyrénées), 18, 403 (3 fig., pl. VII).

Z

ZEIL. Correspondance.

ZEILLER (René). Nécrologie, 119.

ZURCHER, COLLOT et KILIAN. Obs. sur les cavités souterraines et sur l'hydrologie du Massif du Mont d'Or (Jura) [Obs. de E. FOURNIER, 114], 88, 131, 277 (4 fig.).

DATES DE PUBLICATION

des fascicules qui composent ce volume.

Fascicule 1-2	—	(Feuilles 1-6, pl. I)	Juillet 1915
— 3-4	—	(— 7-13, pl. II)	Mars 1916
— 5-6	—	(— 14-19)	Août 1916
— 7-8	—	(— 20-25, pl. III-VI)	Sept. 1916
— 9	—	(— 26-30, pl. VII)	Déc. 1916

ERRATUM

Note de MM. COLLOT, KILIAN et ZURCHER : *Observations sur les cavités souterraines et sur l'hydrologie du Massif du Mont d'Or (Jura)*.

Page 279, ligne 28, *au lieu de* : et le 16 janvier, *lire* : et le 19 janvier.

ERRATA

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE,

4^e série, tome XII, 1912.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
A LAON, REIMS, MONS, BRUXELLES, ANVERS

- Page 690, note infrapaginale, ligne 3, *supprimer* : ,p. 3-63
719, ligne 4, *au lieu de* : Pénèle, *lire* : Pévèle
719, note infrap. 2, *au lieu de* : *Ibidem*, *lire* : Ann. Soc. géol. du Nord.
758, ligne 12, *au lieu de* : corrosion, *lire* : corrasion
764, ligne 21, *au lieu de* : Pyrgopalon, *lire* : Pyrgopolon
765, légende de la fig. 26, ligne 6, *au lieu de* : Flein, *lire* : Flénu
774, ligne 17, *au lieu de* : Fleim, *lire* : Flénu
777, ligne 5, *au lieu de* : Maine, *lire* : Haine ; *au lieu de* : à, *lire* : de
778, ligne 10, *au lieu de* : Est, *lire* : Ouest
787, légende de la figure 32, ligne 6, *au lieu de* : 32, *lire* : 31
793, ligne 3, *au lieu de* : le banc, *lire* : la base
793, figure 37, *au lieu de* : W.N.W., *lire* : N.N.W.
799, note infrapaginale 2, ligne 5, *au lieu de* : note infrapaginale 3 de
la page 93, *lire* : note infrapaginale 4 de la page 798.
800, ligne 7, *au lieu de* : p. 798, *lire* : p. 712-713
806, 2^e colonne, ligne 32, *remplacer le trait par* : Nassa
Explication de la planche XXVIII, ligne 8, *au lieu de* : B, *lire* : B'
— — XXIX, ligne 15, *au lieu de* : Oordegam, *lire* :
Oordegem.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

- FIG. 1, 2. — **Brasenia tuberculata** REID ? Graine ; 6/1. Bidart.
 3. — **Brasenia peltata** PURSH. Graine ; 6/1. Récent, Japon.
 4. — **Brasenia tuberculata** REID. Graine ; 6/1. Pliocène, Brunssum.
 5. — **Hypericum** sp. Graine ; 24/1. Bidart.
 6, 7, 8. — **Potentilla** sp. Endocarpe ; 12/1. Bidart.
 9. — **Potentilla** ou **Fragaria**. Endocarpe ; 12/1. Bidart.
 10. — **Rubus** sp. 1. Endocarpe ; 12/1. Bidart.
 11a, b. — **Rubus** sp. 2. Endocarpe ; 12/1. Cénitz.
 12, 13. — **Proserpinaca reticulata** REID. Fruits ; 12/1. Bidart.
 14, 15. — — — — (types). Fruits ; 12/1. Reuver, Brunssum.
 16a, b. — **Ecballium minus** sp. nov. Graine ; 6/1. Bidart.
 17, 18. — **Ecballium elatherium** RICH. Graine ; 6/1. Récent, La Mortola.
 19, 20, 21. — **Passerina** sp. ? Feuilles ; 6/1. Bidart.
 22, 23. — **Passerina hirsuta**, LINNÉ f. **densiflora**. Feuilles ; 6/1. Récent, Tunis.
 24. — **Corylus avellana** LINN., var. Noisette ; 2/1. Cénitz.
 25. — **Potamogeton** sp. Endocarpe ; 6/1. Bidart.
 26, 27. — **Sparganium** cf. **noduliferum** REID. Endocarpe ; 6/1. Bidart.
 28. — **Sparganium noduliferum** REID. Endocarpe ; 6/1. Pliocène, Reuver.
 29. — **Sparganium** cf. **erectum** LINNÉ. Endocarpe ; 6/1. Bidart.
 30. — **Cladium** sp. Fruit ; 6/1. Bidart.
 31. — Fruit (inconnu) ; 12/1. Bidart.



MÉMOIRES-GÉOLOGIE

Paraissant irrégulièrement depuis 1833, format in-4° raisin. Prix divers. (50 % pour les Membres de la Société.)

Extrait du Catalogue.

COSSMANN et LAMBERT. Etude paléontologique et stratigraphique sur le terrain oligocène marin des environs d'Etampes. 88 p., 1 tabl., 6 pl.	10 »
Ph. THOMAS. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. 54 p., 1 tabl., 5 pl.	1 »
COSSMANN. Contribution à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France (Gastropodes). 374 p., 48 pl.	12 »
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du système oolithique de la zone à Am. Parkinsoni de Fontoy (Moselle). 46 p., 6 pl.	4 »
TERQUEM. Les Entomostracés Ostracodes du Fuller's Earth des environs de Versailles. 112 p., 12 pl.	6 »
C. GRAND'ÉURY. Formation des couches de houille et du terrain houiller. 196 p., 10 pl.	20 »
H. FILHOL. Etudes sur les vertébrés fossiles d'Issel (Aude).	16 »
G. COTTEAU. Echinides éocènes de la province d'Alicante. 107 p., 16 pl.	14 »
A. DOLLOT, P. GOBBILLE et G. RAMOND. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne. 48 p., 7 fig., 4 pl.	5 »
P.-L. PREVER. Aperçu géologique sur la colline de Turin. 48 p., 7 fig., 1 carte.	8 »
G. ZEIL. Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin. — H. LANTENOIS. Note sur la géologie de l'Indo-Chine. — René de LAMOTHE. Note sur la géologie du Cambodge, et du Bas-Laos. 80 p., 1 pl., 3 cartes en couleurs.	12 »
Général de LAMOTHE. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne. 288 p., 3 pl., 1 carte en couleurs.	15 »
Léon CAREZ. Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. 132 p., 1 pl., 6 cartes en couleurs.	15 »
Maurice LUGEON. Etude géologique sur le projet de Barrage du Haut-Rhône français à Génissiat (près de Bellegarde). 136 p., 7 pl.	15 »

MÉMOIRES-PALÉONTOLOGIE

PAR SOUSCRIPTION PAYABLE AVANT L'APPARITION DU VOLUME ANNUEL :

FRANCE, 25 FRANCS, FRANCO. — ÉTRANGER, 28 FRANCS: FRANCO

Liste des Mémoires qui se vendent isolément :

Une remise de 20 % est accordée sur ces prix aux Membres de la Société

2. J. SEUNES. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France. 6 pl., 22 p.	10 »
3. Ch. DEFÉRET. Les Animaux pliocènes du Roussillon. 17 pl., 188 p.	60 »
5. G. DE SAPORTA. Recherches sur les végétaux du niveau aquitainien de Manosque. 20 pl., 83 p.	35 »
14. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Etudes sur les Gastropodes des terrains jurassiques: Opisthobranches. 6 pl., 168 p.	14 50
15. S. STEFANESCU. Etudes sur les terrains tertiaires de la Roumanie; Contribution à l'étude des faunes sarmatique, pontique et levantine. 11 pl., 152 p.	26 »
19. M. COSSMANN. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours); Gastropodes: Nérinées. 13 pl., 180.	35 »
20. V. POPOVICI-HATZEG. Contribution à l'étude de la faune du Crétacé supérieur de Roumanie; Environs de Campulung et de Sinaia. 2 pl., 22 p.	6 »
21. R. ZEILLER. Etude sur la flore fossile du bassin houillier d'Héraclée (Asie-Mineure). 6 pl., 91 p.	15 »
22. P. PALLARY. Sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviaux et saumâtres de l'Algérie. 4 pl., 218 p.	26 »
23. G. SAYN. Les Ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du Sud-Est de la France (en cours). 6 pl., 69 p.	17 »
24. J. LAMBERT. Les Echinides fossiles de la province de Barcelone. 9 pl., 128 p.	25 »

25. H.-E. SAUVAGE. Recherches sur les Vertébrés du Kiméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne). 5 pl., 36 p.	12 "
26. Ch. DEPIERRE et F. ROMAN. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines. 1 ^{re} partie; genre <i>Pecten</i> , en cours, 23 pl., 169 p.	50 "
27. G. DOLLFUS et Ph. DARTZENBERG. Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire: Description des gisements fossilifères: Pélécytopodes en cours, 33 pl., 378 p.	86 "
28. Marcellin BOUTLE. Le <i>Pachyzena</i> de Vaugirard, 2 pl., 16 p.	5 "
29. V. PACHIER. Les Rudistes urgoniens, 13 pl., 102 p.	28 "
30. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Hippurites, 17 pl., 198 p.	38 "
31. Albert GARDRY. Fossiles de Patagonie: Dentition de quelques Mammifères, 28 p., 12 fig. dans le texte.	4 "
32. Paul LEMOINE et Robert DORVILLE. Sur le genre <i>Lepidocyclina</i> Gümbel, 3 pl., 12 p.	10 "
33. Ferdinand CANU. Les Bryozoaires du Patagonien. Echelle des Bryozoaires pour les Terrains tertiaires, 5 pl., 30 p.	11 "
34. Charles EASTMANN. Les types de Poissons fossiles du Monte Bolca au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, 5 pl., 32 p.	11 "
35. V. POROVICI-HATZEG. Les Céphalopodes du jurassique moyen du Mont Strunga (massif de Bucegi, Roumanie), 6 pl., 28 p.	12 "
36. Ar. TOUCAS. Etudes sur la classification et l'évolution des Radiolitidés, 24 pl., 132 p.	48 "
37. Edm. PELLAT et M. COSSMANN. Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard), 9 fig. texte, 6 pl., 42 p.	13 "
38. Charles JACOB. Etude sur quelques Ammonites du Crétacé moyen, 44 fig., 9 pl., 64 p.	20 "
39. A. PEZANT. Etude iconographique des Pleurotomes fossiles du Bassin de Paris, 5 pl., 30 p.	12 "
40. P.-H. FRITEL. Etudes sur les végétaux fossiles de l'étage Sparnacien du Bassin de Paris, 3 pl., 37 p.	10 "
41. Henri DOUVILLÉ. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Egypte, du Liban et de la Perse, 7 pl., 84 p.	20 "
42. Léon PERVINQUIÈRE. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien, 7 pl., 86 p.	20 "
43. Robert DOUVILLÉ. Céphalopodes argentins, 3 pl., 24 p.	7 "
44. Gustave F. DOLLFUS. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction géologique par A. DERELMS, 4 fig., 4 pl., 72 p.	14 "
45. Robert DOUVILLÉ. Etudes sur les Cardiocératidés de Dives, Villers-sur-Mer et quelques autres gisements, 84 fig., 5 pl., 77 p.	17 "
46. Maurice COSSMANN. Contribution à la paléontologie française des terrains jurassiques (voir mém., n° 14, 19); <i>Cerithiacea</i> et <i>Loxonematacea</i> , 2 pl., 264 p.	50 "
47. Lucien MORELLET et Jean MORELLET. Les Dasycladacées du Tertiaire parisien, 24 fig., 3 pl., 43 p.	11 "
48. Robert DOUVILLÉ. Etudes sur les Oppeliidées de Dives et Villers-sur-Mer, 34 fig., 2 pl., 26 p.	7 "
49-50. F. PRIEM. Sur des Poissons fossiles et en particulier des Siluridés du Tertiaire supérieur et des couches récentes d'Afrique (Egypte et région du Tchad). — Sur des Poissons fossiles des terrains tertiaires d'eau douce et d'eau saumâtre de France et de Suisse, 9 pl., 30 p.	15 "
51. P. de BRUN, C. CHATELET et M. COSSMANN. Le Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard) (v. mém. n° 37), 4 fig., 5 pl., 56 p.	10 "

TABLE DES MATIÈRES TOME XV, FASCICULE 9

G.-F. Dollfus. — Étude sur la Molasse de l'Armagnac (<i>Suite</i>)	401
Jules Welsch. — Les vallées pliocènes avec lignite de Bidart, Cénitz et Chabiague (Basses-Pyrénées) (5 fig.)	403
M. Dalloni. — Recherches sur la période néogène dans l'Algérie occidentale (3 fig.)	428







SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01369 2017